

Hidratar el Metabolismo Socioeconómico: Los Flujos de Agua Virtual y el Metabolismo Hídrico.

Una aproximación al sector hortofrutícola Andaluz

Cristina Madrid

Directores:
Vicent Alcántara
Esther Velázquez

Universidad Autónoma de Barcelona
Instituto de Ciencia y Tecnología Ambiental.
Doctorado en Ciencias Ambientales
Trabajo de Investigación
Septiembre 2007



Agradecimientos

Es difícil recoger brevemente las aportaciones que diferentes personas u organismos han hecho a este trabajo de forma directa o indirecta y que me gustaría agradecer.

Los profesores y compañeros de mis cursos de doctorado me acercaron a diferentes visiones del mundo que siempre intuía, pero a las que no sabía qué nombre poner. Con los que he encontrado en otros cursos y seminarios en diferentes lugares del mundo, aprendí a relativizar “mi realidad” al compararla con otras. Los programas ICRPS y THEMES me concedieron la oportunidad de realizar algunos de ellos.

El proyecto Matisse me ha abierto las puertas a la “investigación de base”, el acercamiento a los *Stakeholders*, los congresos y las publicaciones. Con su coordinador en el ICTA, David, aprendí a cuestionar todo lo que se da por supuesto.

De la naciente Red Española en Economía Ecológica he aprendido cómo comienzan los caminos alternativos.

El programa FPU ha concedido la “dedicación completa”. Y el Departamento de Economía Aplicada de la UAB me ha permitido acceder al programa a través de él.

El personal de la Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía ha facilitado los programas informáticos de forma rápida y sencilla.

El más especial de los agradecimientos es para mis directores. A Vicent, por su confianza y su flexibilidad para permitirme tomar decisiones. A Esther, por animarme a entrar en el mundo de la investigación a través de la UAB, por sus consejos y por su dedicación. Y a ambos por su espíritu crítico pero abierto en la supervisión del trabajo.

Y el mayor de todos, para mis padres. Por enseñarme a pensar y a desarrollar mis propias ideas.

ÍNDICE

DEFINICIÓN DE ACRÓNIMOS	7
I INTRODUCCIÓN	9
1 EL AGUA, UN RECURSO DIFERENTE	11
1.1 EL CICLO DEL AGUA	11
1.2 CONCEPTO DE AGUA	12
2 HIDRATAR EL METABOLISMO SOCIOECONÓMICO	14
II MARCO TEÓRICO Y CONCEPTOS BÁSICOS	19
1 TERMODINÁMICA, ECONOMÍA, COMERCIO Y AGRICULTURA	21
1.1 SISTEMAS NATURALES Y PROCESOS ECONÓMICOS	21
1.2 METABOLISMO SOCIOECONÓMICO	26
1.3 ECONOMÍA Y COMERCIO	30
1.4 LA AGRICULTURA	33
2 ECONOMÍA Y AGUA: EL METABOLISMO HÍDRICO Y EL AGUA VIRTUAL	37
2.1 LA CONTABILIDAD DE FLUJOS HÍDRICOS	38
2.2 EL AGUA VIRTUAL (AV)	40
3 EL PAPEL DE LAS INSTITUCIONES Y LOS VALORES	50
3.1 DEFINIENDO INSTITUCIONES Y AGENTES	50
3.2 LOS VALORES Y LA GESTIÓN DEL AGUA: LA NUEVA CULTURA DEL AGUA	55

III	CASO DE ESTUDIO	59
1	ANDALUCÍA: MEDIO FÍSICO Y RECURSOS NATURALES	61
1.1	SUELO	61
1.2	CLIMATOLOGÍA	63
1.3	RECURSOS HÍDRICOS	66
2	POLÍTICAS DE GESTIÓN DE AGUA EN ANDALUCÍA	69
2.1	EVOLUCIÓN DE LA GESTIÓN DEL AGUA	69
3	EL CULTIVO DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN ANDALUCÍA	72
3.1	LA GESTIÓN DE REGADÍOS	73
3.2	PRODUCCIONES Y SUPERFICIES AGRÍCOLAS	74
3.3	COMERCIO	79
3.4	DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA AL DESARROLLO RURAL	80
IV	METODOLOGÍA	83
1	ACERCAMIENTO A LA METODOLOGÍA	85
2	METABOLISMO HÍDRICO: FLUJOS E INDICADORES	86
2.1	ANÁLISIS HÍDRICO: ESTIMACIÓN DEL REQUERIMIENTO DE AGUA -CWR-	89
2.2	ESTIMACIÓN DE LA RENTABILIDAD FÍSICA –RF-, DEMANDA ESPECÍFICA DE AGUA –SWD- Y RENTABILIDAD HÍDRICA –RH-	94
2.3	ESTIMACIÓN DEL AGUA VIRTUAL, LA HUELLA HÍDRICA Y LA DEPENDENCIA HÍDRICA	95
3	FLUJOS MONETARIOS	98
3.1	RENTABILIDAD MONETARIA	99
4	ANÁLISIS ESPACIAL	100
4.1	LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)	100
4.2	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	102
V	RESULTADOS	105
1	METABOLISMO HÍDRICO: RASGOS GENERALES	107
2	FLUJOS FÍSICOS	108
2.1	LAS NECESIDADES RELATIVAS	108
2.2	EL USO EN TÉRMINOS ABSOLUTOS	111
2.3	EL COMERCIO Y LOS FLUJOS DE AGUA ASOCIADOS	114
3	FLUJOS MONETARIOS ASOCIADOS	117
3.1	RENTABILIDAD MONETARIA DEL AGUA	119
4	A MODO DE RECAPITULACIÓN	122

5	ANÁLISIS ESPACIAL	124
5.1	LA LOCALIZACIÓN DE LOS CULTIVOS	124
5.2	EL CONSUMO DE AGUA	125
VI	CONCLUSIONES	129
1	CONCLUSIONES CONCEPTUALES Y METODOLÓGICAS	131
1.1	SOBRE LA LÍNEA DE PENSAMIENTO EN LA QUE SE INCLUYE EL TRABAJO	131
1.2	SOBRE LA IMPORTANCIA DE CONSIDERAR LOS FLUJOS DE AGUA Y EL METABOLISMO HÍDRICO	131
1.3	SOBRE EL CONCEPTO DE AGUA VIRTUAL	132
1.4	SOBRE LA CONSIDERACIÓN DEL AGUA VIRTUAL EN LA TOMA DE DECISIONES A NIVEL GLOBAL	132
1.5	SOBRE LA NECESIDAD DE ESCAPAR AL REDUCCIONISMO	133
2	CONCLUSIONES SOBRE EL CASO DE ESTUDIO	133
2.1	SOBRE EL CONSUMO DE AGUA	133
2.2	SOBRE LA ESPECIALIZACIÓN PRODUCTIVA	134
2.3	SOBRE EL COMERCIO	134
2.4	SOBRE EL USO DEL AGUA EN LA PRODUCCIÓN	134
2.5	SOBRE LOS FLUJOS DE AGUA ASOCIADOS AL COMERCIO	134
2.6	SOBRE LOS FLUJOS MONETARIOS	135
2.7	SOBRE LOS SISTEMAS DE RIEGO	136
2.8	SOBRE LAS DEFICIENCIAS DE LOS DATOS Y LA POSIBILIDAD DE UN ANÁLISIS AJUSTADO A LA REALIDAD	136
3	CONCLUSIONES SOBRE EL MARCO INSTITUCIONAL	137
3.1	SOBRE LA IMPORTANCIA DEL MARCO INSTITUCIONAL Y DE LOS VALORES	137
3.2	SOBRE LA DESCONEXIÓN ENTRE INSTITUCIONES	137
	REFERENCIAS	139
	ANEXO	149

DEFINICIÓN DE ACRÓNIMOS

AWU: Uso de agua territorial por parte de la agricultura

CEH: Consejería de Economía y Hacienda. Junta de Andalucía

CAP: Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía

CMA: Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía

CWR: Requerimientos de agua del cultivo (En nuestro caso corresponde con el riego neto en m³/Ha)

DMA: Directiva Marco de Aguas

ET₀: Evapotranspiración de referencia

ET_c: Evapotranspiración del cultivo

EWFP: Huella hídrica externa (Hm³)

GH: Grado de hidratación de los flujos comerciales (Hm³/ton)

IEA: Instituto de Estadística de Andalucía

IPCC: *Intergovernmental Panel on Climate Change*

IWFP: Huella hídrica interna (Hm³)

Kc: Constante del cultivo

MAPA: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

MFA: Contabilidad de los Flujos de Materiales (en sus siglas inglesas -*Material Flow Accounting*-)

mm: milímetros de precipitación o evapotranspiración (equivalente a litros por m²).

NVWI: Importaciones netas de agua virtual (Hm³)

PAC: Política Agraria Común

PAMA: Plan Andaluz de Medio Ambiente

PHN: Plan Hidrológico Nacional

PNR: Plan Nacional de Regadíos

POTA: Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía

RF: Rendimiento físico (ton/Ha)

RH: Rentabilidad hídrica (ton/m³)

RME: Rentabilidad monetaria del agua asociada a la exportación (€/m³)

RMI: Rentabilidad monetaria del agua asociada a la importación (€/m³)

RMP: Rentabilidad monetaria del agua consumida en producción (€/m³)

SIG: Sistemas de Información Geográfica

SWD: Demanda específica de agua (m³/ton).

UNEP: *United Nations Environmental Programme*

VWE: Flujo de agua virtual de exportación (Hm³)

VWI: Flujo de agua virtual de importación (Hm³)

WD: Dependencia hídrica (%)

WFP: Huella Hídrica (Hm³)

WFPD: Dependencia exterior de la huella hídrica (%)

I INTRODUCCIÓN

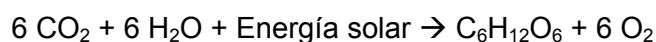
"I have witnessed the conversion of my land from a water abundant country to a water stressed country. (...) I have seen tanks and streams dry up on the Deccan plateau as eucalyptus monocultures spread. I have witnessed state after state pushed into water famine as Green Revolution technologies guzzled water. (...) In case after case, the story of water scarcity has been a story of greed, of careless technologies, and of taking more than nature can replenish and clean up."

V. Shiva (2002, 2)

1 EL AGUA, UN RECURSO DIFERENTE

Yacu, paani, ta-neer, shouei, mizu, vesi, nero, ura, biyo, amanzi, maima, amane... agua. Cualquiera que sea el nombre por el que se la conoce, su formulación química es H₂O y su nombre "científico", óxido de hidrógeno. El ángulo formado por los hidrógenos y el oxígeno es de 104,45°. Es inodora, insípida y casi incolora. A la presión de la superficie terrestre, su temperatura de congelación es 0°C y la de ebullición, 100°C. Es uno de los pocos materiales que puede encontrarse en los tres estados en la biosfera. Su densidad es un Kg. por litro, aunque aumenta si se le añade sal y disminuye si se congela. Además de en la Tierra, en nuestro sistema solar, el agua ha sido encontrada en Mercurio, Marte, Neptuno, Plutón, la Luna y en algunos otros satélites.

Según la Teoría de la Sopa Primigenia de Stanley Miller¹, es posible que la materia orgánica surgiera a partir de la acumulación de los componentes de los aminoácidos en el agua y las descargas eléctricas propias del "clima" de la Tierra de hace entre 3.900 y 3.500 millones de años. El agua interviene en el proceso del metabolismo vegetal por el cual se fija el carbono en la materia orgánica -en primera instancia, glucosa- mediante la expresión:



1.1 EL CICLO DEL AGUA

UNEP (2002) ha estimado que de los 502.800 Km³ de agua que se evapora de los mares, 458.000 Km³ vuelven a ellos por precipitación y el resto, 119.000 Km³, caen sobre la Tierra. Los 9.000 Km³ que precipitan sobre lagos y embalses, vuelven a evaporarse de los mismos. Los 110.000 Km³ restantes, que caen sobre el suelo, pasan a formar parte de los flujos de evapotranspiración (65.200 km³) y de escorrentía de los ríos (42.600 Km³) o los acuíferos (2.200 Km³).

Hablaremos de los ciclos de materiales y de la importancia que tiene la interrupción de los mismos a una escala temporal menor de la necesaria para su renovación. Así, nos

¹ Autor del artículo "A Production of Amino Acids under Possible Primitive Earth Conditions" publicado en Science en 1953. Las ideas de Miller han sido complementadas y criticadas aunque es reconocida su aportación en el estudio del origen de la vida.

interesa saber que los tiempos de residencia del agua en la Biosfera son de una semana, 10 años en los lagos, dos semanas en los ríos, 1.000 años en los glaciares y hasta 10.000 años en los acuíferos (caso de acuíferos fósiles).

1.2 CONCEPTO DE AGUA

El agua es un elemento paradójico. A pesar de que cubre el 70% de la superficie terrestre, casi dos de cada 10 personas, más de mil millones, carecen de fuentes de agua potable. Podemos decir que un país sufre una crisis del agua cuando sus recursos no alcanzan los 1.000 m³ por persona y año. Vandana Shiva (2002, 1) ha catalogado la crisis del agua como “la más perversa, severa e invisible dimensión de la devastación ecológica de la Tierra”. En India, se espera que para el año 2050, cada persona disponga únicamente de 760 m³ anuales. Según los datos de la Consejería de Medio Ambiente (CMA) de la Junta de Andalucía sobre recursos disponibles, en Andalucía nos situamos en 594 m³ anuales per cápita, unos 1.650 litros por persona y día.

Parece ser que la disponibilidad de agua no entiende de Producto Interior Bruto, ni de balanza comercial, ni de inventos tecnológicos. Si bien hay que reconocer que el uso de tecnología contribuye a aumentar puntualmente la disponibilidad de agua, en última instancia, el agua dulce está disponible donde precipita, no hay temperaturas extremas y el terreno le permite acumularse.

Quizá uno de los principales problemas de la gestión del agua se derive del uso de indicadores económicos en perjuicio de indicadores físicos tan importantes como la “evapotranspiración”. No nos cabe duda de que este olvido se deriva a su vez del valor que se le asigna al recurso. No nos referimos al valor monetario, sino a la acepción del concepto agua: a los valores que dirigen las políticas de gestión y, también, a los valores que los usuarios le otorgan. Es dependiendo de éstos valores que el concepto será entendido de una u otra manera².

El agua es un elemento cultural o espiritual. Recientemente, un médico japonés llamado Masaru Emoto ha fotografiado agua congelada descubriendo que los cristales de

² En el IV Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua (Tortosa, 2004) se expuso una interesante metáfora del significado del concepto cuando, uno de los asistentes, haciendo una burla sobre los trasvases de agua, preguntó: “si considero que me hace falta ver la Alhambra de Granada cada día, ¿podría llevarme un trozo del monumento y ponerlo en la puerta de mi casa?”

agua varían en función de la procedencia o incluso de la música o las fotografías a la que se expone la misma³. En la leyenda “El Gnomo”, de GA Bécquer, el agua es un peligro, ya que en ella habita el gnomo que secuestra a las chicas que van a la fuente de noche. En la Fiesta de los Jarritos de Aracena (Huelva), mojar a un chico o a una chica significa que sientes atracción hacia el o ella. Muchas religiones consideran el agua como sagrada o como elemento purificador y algunas mitologías tienen dioses del agua. En la filosofía griega, el agua es uno de los cuatro elementos clásicos, junto con la tierra, el aire y el fuego. Y en la teoría tántrica, Swadhisthana Chakra (el segundo de los chakras) se asocia con el elemento agua.

El agua es un elemento natural. Es el soporte físico de la vida acuática, nos protege del sol en forma de nubes y regula la temperatura mundial mediante las corrientes marinas. Imprescindible para la vida, el agua supone entre un 50 y un 80% de la masa de los seres vivos. En el ser humano, forma el 75% de los músculos, el 80% de la sangre, el 25% de la grasa y el 22% del hueso. Es la más abundante de las sustancias de la Tierra y, como tal sus flujos se mueven en unos rangos sólo alcanzables por los flujos de aire.

El agua es un derecho humano y un derecho ciudadano. El primero, a nuestro entender desde siempre, internacionalmente reconocido desde que Naciones Unidas aceptó el volumen de entre 30 y 40 litros por persona y día como tal en 2002. El segundo, referido a los servicios urbanos de agua y saneamiento. Más de 2.000 millones de personas no tienen red de saneamiento.

El agua puede ser entendida como un bien económico: público, privado, común, etc. De hecho, la gestión del agua está repleta de términos económicos. Un claro ejemplo de ello, es la proposición de creación de “mercados” de agua como una herramienta de gestión para el “ahorro” del recurso. Por otro lado, podemos tratarlo como un factor de producción, englobado en la tierra, junto con el capital y el trabajo, o como un activo financiero.

Es frecuente entre los autores dar distintas recomendaciones para las distintas facetas del agua. Sin embargo, no debemos olvidar que el agua es una sola, y que es un recurso esencial y diferente. En esta línea, un grupo de economistas entre los que se encuentra el Prof. Aguilera Klink (1994), defienden la idea de que el agua es un activo ecosocial, por la variedad de funciones que satisface –económicas, sociales y ambientales–

³ Para creyentes y escépticos la página web del Dr. Emoto es digna de visitar. <http://www.masaru-emoto.net/english/entop.html>.

tanto cuantitativa como cualitativamente. Y desde este punto de vista partimos cuando proponemos este trabajo.

2 HIDRATAR EL METABOLISMO SOCIOECONÓMICO

La base de este trabajo se sustenta en que la Sociedad tiene unos requerimientos fisiológicos y psicológicos que satisface con materia y energía. Esta materia y energía, recursos, se hacen escasos en relación a las necesidades y deseos subjetivos de los agentes, que dependen en gran medida de los valores asociados a los mismos. Desde la Economía se trata de buscar la mejor forma de distribuir esos recursos entre aquellos deseos o necesidades y, en su evolución científica, ha desarrollado el análisis de la naturaleza física de los procesos económicos que ha sido, hasta hace relativamente poco tiempo, un objeto escasamente estudiado por los economistas, centrándose éstos en los estudios de las valoraciones monetarias más que en las valoraciones físicas. Sin embargo, como ya se viene poniendo de manifiesto por diferentes autores, y como expresaron Daniels y Moore (2002) hace ya algunos años, “los estudios sobre la naturaleza física de la producción, el consumo y el intercambio de bienes y servicios no son menos económicos que aquéllos que se basan únicamente en los valores monetarios”.

La aportación de este trabajo, se podría sintetizar en tres ideas. En primer lugar, la introducción de un concepto (creemos que no utilizado aún por la literatura) que hemos denominado “Metabolismo Hídrico”, y la idea derivada de la Contabilidad de los Flujos de Agua, como parte importante del Metabolismo Socioeconómico. En segundo lugar, el trabajo se separa de la línea reduccionista complementando el análisis físico con un análisis monetario para tratar de entender las causas de la escasez de agua. En nuestra opinión, el análisis monetario complementa al físico y no al revés, como más adelante explicaremos. En tercer lugar, el trabajo aporta la idea de la territorialidad, estimando no sólo el volumen de los flujos sino también su procedencia y destino. Con estas ideas en el trasfondo conceptual del trabajo, la estructura del mismo es la siguiente.

El capítulo II comienza hablando de la necesidad humana de satisfacer unos deseos o necesidades, que pueden considerarse más o menos básicos, para lo que requiere la utilización de recursos procedentes de unos ciclos naturales y cómo esos ciclos quedan interrumpidos por ello. Después, hablaremos del comercio como modo de cubrir esas

necesidades cuando los recursos no están disponibles localmente y cómo han estudiado este fenómeno las diferentes teorías desde diferentes visiones económicas. Una de las propuestas, procedente de la Economía Ecológica, es el estudio del metabolismo socioeconómico y su herramienta, la contabilidad de flujos de materiales, que se presenta como alternativa al reduccionismo monetario de la visión Neoclásica de la Economía.

A continuación llamaremos la atención sobre la reiterada exclusión de los flujos de agua en la contabilidad de los flujos de materiales y expondremos el concepto de Metabolismo Hídrico, como forma de inclusión de dichos flujos. Las principales características que atribuimos al estudio de este tipo de metabolismo son la territorialidad y la temporalidad por estar la disponibilidad del recurso en función de la localización geográfica y temporal. El estudio de los flujos del metabolismo hídrico nos parece interesante para la gestión del recurso ya que, como su homólogo, permite no sólo estimar flujos sino también ciertos indicadores que nos dan una idea del uso del agua por una economía.

Uno de esos indicadores será la base de nuestro trabajo: el agua asociada a la producción, también denominada Agua Virtual, que guarda paralelismo con los llamados “flujos ocultos” del metabolismo socioeconómico. Definiremos el concepto de agua virtual y explicaremos su evolución y potencialidades.

Para finalizar, reflexionamos sobre los valores, los recursos y las instituciones; sobre cómo pensamos que se relacionan y cómo afectan a la gestión del recurso, para finalizar comentando el alcance y la evolución de la Vieja Cultura del Agua hasta la Nueva Cultura del Agua, donde pensamos que debe enmarcarse este estudio.

En el capítulo III presentamos nuestro estudio de caso. La elección de la aplicación al caso de Andalucía y a la producción hortofrutícola viene justificada por el hecho de que la región es un territorio que se viene especializando de manera creciente en una producción intensiva en el uso del agua y exportadora neta de este recurso. Hacemos un breve repaso por las condiciones del medio físico, las formas de gestión del agua y la realidad de los cultivos seleccionados que nos permitan comprender el problema para luego interpretar mejor los resultados.

En el capítulo IV explicamos la metodología propuesta para el análisis del metabolismo hídrico de nuestro simplificado sistema que se divide principalmente en tres partes: un estudio de los flujos de agua y sus indicadores asociados, un estudio de los flujos

monetarios y una aproximación territorial mediante el empleo de los Sistemas de Información Geográfica.

El reduccionismo de la visión neoclásica de la Economía no ha permitido comprender globalmente las causas de los fenómenos de escasez de recursos debido a que reducen el análisis a estimaciones monetarias, olvidando el resto de variables que intervienen en este tipo de estudios. La realidad social es compleja y partimos de esta base. Lejos de tratar de hacer un modelo de metabolismo que recoja todas las interacciones, idea que escapa al objetivo de este trabajo, hemos propuesto un esquema de metabolismo hídrico simplificado.

Por lo que respecta a las procedencias de los datos, hemos utilizado la base de datos georreferenciada de zonas regables del Inventario de Regadíos de la Junta de Andalucía (actualización 2002) para localizar las fincas y el análisis geográfico; los datos del Instituto de Estadística de Andalucía (2004) para las superficies y producciones y los datos de la Agencia Tributaria, concretamente de la página de Aduanas, para la exportación e importación.

El capítulo V refleja los resultados de la estimación de los flujos de agua, tanto flujos físicos como monetarios, siguiendo la metodología de nuestro análisis. Comenzamos ofreciendo una visión general del metabolismo hídrico de nuestro territorio, para luego adentrarnos en los requerimientos unitarios y su significado. Más adelante, estimamos los flujos absolutos y realizamos una comparación entre ellos y los flujos monetarios. Finalmente, realizamos un breve análisis geográfico hasta donde los datos nos han permitido.

Cabe destacar que el análisis no pretende ser una aplicación determinante, susceptible de ser trasladada a la gestión pública del recurso, dada las fuertes limitaciones encontradas en los datos, y que apuntaremos en el capítulo metodológico. Por el contrario, el propósito del estudio de caso es poner de manifiesto la potencialidad y la necesidad de realizar análisis conjunto, físicos (en este caso, hídricos) y monetarios, incorporando la variable geográfica. Hay que entenderlo, pues, más como un ejercicio “teórico” que como una aplicación propiamente dicha. Aunque se ofrecen resultados contrastados que parecen ser razonables, la exactitud de la huella hídrica debería resultar irrelevante comparado con el proceso metodológico de su cálculo.

Para finalizar, el capítulo VI recoge las principales conclusiones y reflexiones que se derivan del trabajo realizado. Hemos tratado de sintetizarlas identificando las conclusiones derivadas de la parte conceptual y metodológica de aquellas extraídas del caso de estudio. Mención a parte nos parece que requieren también las consideraciones institucionales.

II MARCO TEÓRICO Y CONCEPTOS BÁSICOS

“Lo verdaderamente importante es que el descubrimiento de la Ley de la Entropía trajo consigo el desmoronamiento del dogma mecanicista de la física clásica, que sostenía que todo lo que sucede en cualquier campo fenomenológico está compuesto exclusivamente de locomoción y que, por tanto, no existe cambio irrevocable alguno en la naturaleza. (...) A estas alturas, nadie podría negar que la economía de los procesos biológicos está regida por la Ley de la Entropía, no por las leyes de la mecánica.”

N. Georgescu-Roegen, 1996. Pág. 41.

“Wars will be fought for water. The dire prediction persists years after it was voiced by such leading figures as Jordan's King Hussein and Boutros Ghali of Egypt. Indeed, according to this gloomy scenario, the Middle East and North Africa appear to be doomed. (...) But before panicking over the pessimists' predictions, consider a critical factor. The region's leaders have managed to tap into a major source of water hydrologists neglect to mention: virtual water, not actual water but that embedded in commodities like wheat.”

T. Allan, 1999.

1 TERMODINÁMICA, ECONOMÍA, COMERCIO Y AGRICULTURA

Hemos de reconocer que la producción⁴, el consumo y el intercambio comercial movilizan gran cantidad de materia. Sin embargo, y pesar de que cada vez son más numerosos los trabajos en el campo de las dimensiones físicas de la producción y el comercio, la perspectiva económica dominante en el estudio de los patrones distributivos sigue siendo la perspectiva monetaria derivada de la economía neoclásica.

En este trabajo se parte de la importancia y necesidad de poner de relieve la relación entre los flujos monetarios y los flujos físicos de la producción. Hay ya algunos estudios dedicados al tema de los que cabe destacar, entre otros, el realizado por Carpintero (2005) en el que estudió con profundidad y detenimiento el metabolismo de la economía española para el periodo (1955-2000). No es el objetivo de este trabajo entrar en los antecedentes de este apasionante tema del metabolismo económico. Sin embargo, se introducen algunos conceptos referentes al mismo para plantear el hilo conductor que lleve hasta nuestro objetivo.

1.1 SISTEMAS NATURALES Y PROCESOS ECONÓMICOS

En su manual de Introducción a la Economía Samuelson y Nordhaus (2006, Pág. 4) hacen las siguientes afirmaciones como acercamiento a la idea intuitiva de los conceptos de escasez y eficiencia. En primer lugar, sostienen que “una situación de escasez es aquella en la que los bienes son limitados en relación con los deseos”.

Además, sostienen que “la esencia de la teoría económica es reconocer la realidad de la escasez y luego encontrar la manera de organizar la sociedad de tal forma que logre el uso más eficiente de sus recursos”. Vemos entonces que la Ciencia Económica se guía por

⁴ Cuando tratamos de recursos naturales, la terminología económica puede no ser la más acertada. Tal es el caso del término “producción” utilizado, por ejemplo, para hablar de la producción de energía hidráulica. Sin embargo, como nos dice el Primer Principio de la Termodinámica, la energía no se produce, no se crea ni se destruye, sólo se transforma. Nos parece, por el contrario, más acertado el acercamiento al término producción que sostiene que la única y auténtica producción es la que realiza el reino vegetal (y quizá también el de los hongos) capaz de crear materia viva a partir de la energía solar. Es por eso que, en la medida de lo posible, se ha intentado utilizar el término “elaborar” o “elaboración” en lugar de “producir” o “producción”, dejando éstos últimos para referirnos a la producción de cultivos en nuestro caso de estudio.

la búsqueda del reparto eficiente de recursos cuya definición como “escaso” deriva de preferencias personales y subjetivas recogidas en lo que se ha llamado la función de utilidad.

Encontramos así el nexo de unión entre la Termodinámica y la Economía: la sociedad tiene unas necesidades que satisface con materia y energía y que ha de extraer de unos ciclos y flujos de los que hablaremos a continuación, y la Economía debe gestionar el acceso a los recursos que, en última instancia, supone el acceso a dichos flujos y ciclos.

1.1.1 SISTEMAS TERMODINÁMICOS, CICLOS DE MATERIA Y FLUJOS DE ENERGÍA

La Termodinámica se puede definir, de una manera simple, como la disciplina que estudia la energía y sus transformaciones. La Termodinámica distingue entre tres tipos de sistemas reales en función de su interacción con el entorno: los sistemas abiertos, los sistemas cerrados y los sistemas aislados. Un *sistema abierto* es un sistema que recibe flujos (energía y materia) de su ambiente, cambiando o ajustando su comportamiento o su estado según las entradas que recibe. Los sistemas abiertos, por el hecho de recibir energía, pueden realizar el trabajo de mantener sus propias estructuras. Un *sistema cerrado*, sólo intercambia energía con su entorno; un *sistema aislado* no tiene ningún intercambio con el entorno.

Hasta donde la Ciencia actual conoce⁵, el planeta Tierra es un sistema cerrado, ya que el único flujo de entrada que recibe es el procedente de la energía del sol (Naredo, 2005), siendo este flujo el que posibilita la vida en la tierra mediante lo que Margalef (1992) llama transporte vertical, referido a la activación de los ciclos de la materia, que se mueven, en última instancia por el “motor solar”. Es el motor solar el que inicia la cadena trófica mediante la fotosíntesis, y es también este “motor solar” el que recicla la calidad y la cota del agua, es decir, el que posibilita que se complete el ciclo hidrológico. Como resultado del motor solar, los procesos que forman parte de los ciclos de materiales se suceden de forma perpetua completando (y cerrando) los mismos. Gracias al cierre de estos ciclos, podríamos decir que en el Sistema Biosfera no existen residuos, ya que toda la materia está integrada en el ciclo y es susceptible de ser utilizada por el siguiente proceso.

⁵ Este trabajo considera la relatividad de la “verdad” científica, prefiriendo no apoyarnos en verdades sino en creencias justificadas. Siempre que se haga referencia a un hecho científico se tendrá en cuenta este relativismo sin perder por ello el rigor.

Podemos entonces decir que todos los procesos de producción que se dan en la Tierra dependen, en última instancia, de la energía del sol. Estos procesos tienen lugar a escalas temporales muy diferentes. Algunos procesos tienen una escala temporal de crecimiento equiparable a la vida humana y otros podrían equipararse a la vida de una especie⁶. Cuando los procesos de producción de recursos naturales entran dentro de la escala temporal de los procesos económicos estos recursos se consideran renovables. Cuando, por el contrario, su tasa de reposición es mayor que el tiempo empleado por los procesos económicos en su explotación, nos referimos a recursos no renovables.

Y es aquí donde radica el problema actual de la utilización de recursos. Las sociedades preindustriales estaban adaptadas a este sistema de transporte vertical en el que se respetaba la tasa de reposición de los recursos, basando su expansión en la accesibilidad a los mismos. Es decir, se extraían recursos en función de la producción por parte de los sistemas. La sociedad Industrial, sin embargo, se centra en el uso de stocks de combustibles fósiles, acumulaciones de energía no utilizada en forma de biomasa que, aunque también provenientes de la energía solar, son consumidos en un tiempo mucho menor del que necesitaron para su creación (Martínez-Alier y Roca, 2001), ya que las grandes formaciones de carbón, petróleo y gas necesitan millones de años para producirse, mientras que la sociedad industrial lleva apenas unos siglos explotándolas. Así, la sociedades industriales tienen medios de intervención sin precedentes que “facilitan las propias extracciones, las elaboraciones y el transporte de los productos a la vez que contribuyen a obtener el agua y los medios químicos necesarios para forzar las producciones de la fotosíntesis a costa de desestabilizar la conexión de los sistemas agrarios con el medio natural en el que obligadamente se insertan” (Naredo, 2005. Pág. 188).

Se produce entonces un cambio hacia el transporte horizontal (Margalef 1992) que supone, por ejemplo, el transporte por carretera o la expansión de las ciudades. Este cambio acelera la vida. Acelera los ritmos de extracción, los flujos de información y demanda cada vez transportes más rápidos para “economizar” el tiempo invertido en cada uno de los procesos. La obsesión por la eficiencia económica lleva también a la obsesión por la

⁶ Las especies también tienen un tiempo de vida determinado.

eficiencia temporal⁷. Antes se utilizaba la energía endosomática para subir una montaña en medio día, mientras que ahora utilizamos la energía exosomática de un coche para subirla en 20 minutos. Ahorramos tiempo a cambio de consumir una mayor energía. Esta aceleración que radica en el uso de stocks no renovables con un mayor poder calorífico⁸, en lugar de flujos renovables⁹, precipita también algunos procesos de los ciclos de materiales mientras que otros permanecen intactos en su escala temporal, desacoplándose unos de otros, acumulando materiales en lo que se ha venido a llamar “sumidero”, e imposibilitando que estos ciclos lleguen a cerrarse.

Tabla 1: Extracción en toneladas de biomasa y recursos minerales en 1995
Fuente: Naredo, 2005.

PROCEDENCIA	10 ⁹ TON
Agrícola	3,6
Forestal	6,2
Ganadería	0,7
Pesca	0,1
TOTAL AGRARIO	10,6
ROCAS Y MINERALES (Combustibles fósiles, minerales metálicos y no metálicos)	32
Agua de riego	4,1
Agua en otros usos	0,7
TOTAL AGUA (10¹² toneladas)(10³ Km³)	4,8

Este comportamiento no supondría un problema si la especie humana no tuviera una alta incidencia en la Tierra pero, como puede verse en la tabla 1, las cantidades de materia

⁷ En la cultura popular española, el refrán “el tiempo es oro” hace una clara alusión a la percepción social de lo que estamos explicando.

⁸ Definido termodinámicamente como capacidad de producción de energía por unidad de masa

⁹ Hemos de tener en cuenta que el sol es una estrella con una vida media de 10.000 millones de años y que se encuentra en la mitad de su vida.

movilizada a escala planetaria alcanzan órdenes de magnitud comparables a los de los ciclos de materiales de la Biosfera (para el caso del carbono, el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático -IPCC en sus siglas inglesas *Intergovernmental Panel on Climate Change* - (2001) los estima en rango de petagramos (10^{15} g).

Podríamos decir que, como afirma Naredo (2006), la especie humana tiende a perder la situación de dependencia de la fotosíntesis por la que se caracterizaban las sociedades preindustriales y cambia, de esta manera, su relación con la naturaleza para pasar de una relación simbiótica a una relación parasitaria con el medio y a una relación de “depredador-presa” atípica entre miembros de la misma especie.

En el apartado 3 de este capítulo, sobre el papel de las instituciones, hablaremos un poco más de las causas de estos cambios. Nos centraremos ahora en sus consecuencias, en cómo las hemos percibido y en cómo hacemos para solucionar los problemas que nos acarrearán algunas de ellas.

1.1.2 DOS ECONOMÍAS PARA UN SISTEMA NATURAL

Aunque la Ciencia Económica como tal es una sola, puede entenderse desde muchas perspectivas que dependerán de los valores que se le otorguen a los distintos componentes de la misma. En cuanto al valor que se le da al medio natural, las visiones de la Economía más representativas podrían ser la Economía Ambiental y la Economía Ecológica. Una de las mayores diferencias entre ambas queda muy bien sintetizada en la siguiente pregunta: “¿puede un economista ser competente como tal e ignorar la primera y segunda ley de la Termodinámica?” (Martínez-Alier y Roca, 2001. Pág. 12). La visión Ambiental, derivada de la Economía Neoclásica, entiende la Economía como un sistema aislado del medio, mientras que la Ecológica propone la Economía como un sistema abierto que intercambia materia y energía con el sistema Biosfera, que se considera cerrado ya que, como hemos señalado anteriormente, sólo recibe energía procedente del sol.

Las siguientes palabras de Kapp (1878, 128) nos ayudan a justificar la selección de la visión ecológica de la Economía para encuadrar el presente estudio:

“...los sistemas económicos están íntima y recíprocamente relacionados con los otros sistemas y, en este sentido, son fundamentalmente sistemas abiertos. Es posible que el considerar a la economía como un sistema cerrado resulte conveniente desde el punto de

vista metodológico y le permita a la teoría económica formular sus conceptos y teorías de acuerdo con los cánones de la lógica matemática formal, pero ello tiende a perpetuar una equivocada percepción de la realidad, que reduce nuestro horizonte teórico"

Es habitual hablar de la Economía, con mayúsculas, como si existiera una única manera de entenderla; sin embargo, acabamos de ver cómo con relación a los intercambios de materia y energía y a sus implicaciones ambientales puede entenderse que hay, al menos, dos formas de interpretar esta ciencia, dos perspectivas. En este trabajo optamos por acercarnos a ella desde la visión de la Economía Ecológica y, como tal, interpretamos el sistema económico como un sistema abierto al entorno en el que se encuentra, produciéndose un intercambio de materia y energía entre ambos sistemas.

1.2 METABOLISMO SOCIOECONÓMICO

Los seres vivos se definen como sistemas abiertos que intercambian materia y energía con el exterior, entendiéndose por Metabolismo, en la Biología, aquel proceso interno de un sistema que transforma la materia y la energía entrante en desechos. El metabolismo socioeconómico, es un concepto que se deriva del anterior, suponiendo que el funcionamiento de los sistemas económicos es similar al de los sistemas biológicos, y se fundamenta en un intercambio permanente de materia y energía con el medio ambiente, vital para la vida humana. El intercambio se canaliza a través de procesos naturales, económicos y tecnológicos que derivan en considerables cambios ecológicos, bien como extracción para entradas en el sistema, o como salida de residuos (Vallejo, 2006). Cada sociedad se caracteriza por un determinado metabolismo socioeconómico.

Como el propio Carpintero afirma (2005), el metabolismo socioeconómico recoge dos flujos diferentes de una economía. Por un lado, los flujos de materiales necesarios para el sistema de producción; y por otro, el flujo de energía que la maquinaria económica necesita para funcionar. En este trabajo, nos centraremos en la dimensión material del metabolismo.

1.2.1 LA CONTABILIDAD DE FLUJOS DE MATERIALES (MFA)

La MFA es una propuesta metodológica que permite cuantificar el intercambio físico de una economía con el medio ambiente. En otras palabras, nos permite averiguar el grado de dependencia material de una economía. Este análisis no sólo se centra en las

extracciones y vertidos directos e indirectos procedentes de la producción y el consumo, sino también en los que entran y salen del sistema económico mediante las transacciones comerciales.

Aunque la MFA es una potente herramienta para el estudio del metabolismo económico, tiene sus limitaciones. En primer lugar, calcular los flujos ocultos -definidos como los movimientos de materiales no usados asociados con los materiales usados, tanto domésticos como importados, base material de muchas de las externalidades generadas en los procesos productivos, también denominada “mochila ecológica”-, de los productos importados es complicado, ya que no se trata de una transferencia física, sino de una materia movilizada desde la extracción de los recursos hasta la generación de bienes y servicios para hacer posible la entrega del producto exportado (Vallejo, 2006). Es decir, que mientras que para la producción doméstica es sencillo tener en cuenta tanto los materiales utilizados y los vertidos procedentes de la producción como los incluidos en el producto final, para los productos importados el cálculo de los primeros es mucho más complejo. Además, definir las fronteras que separan unos flujos de otros no resulta fácil en muchos casos.

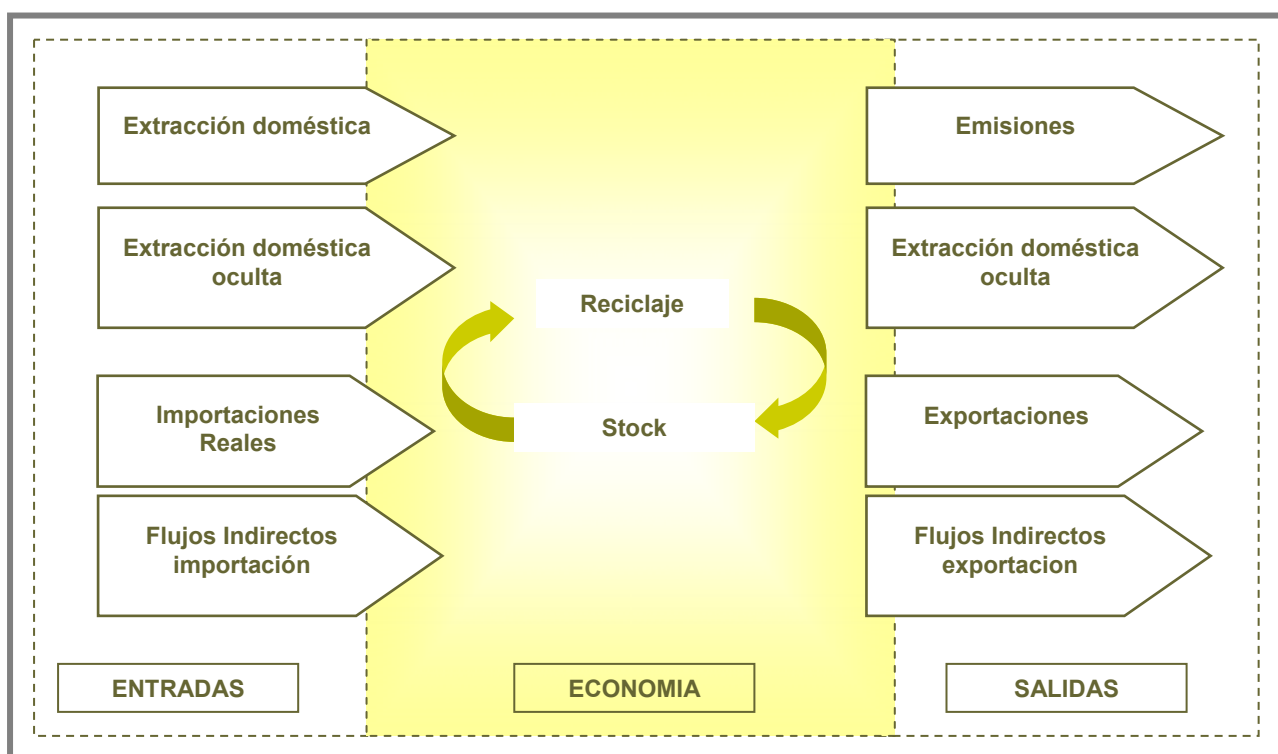
En segundo lugar, la metodología no tiene en cuenta las diferencias cualitativas entre los tipos de materia imposibilitando la búsqueda de impactos ambientales concretos. En tercer lugar, no tiene una base geográfica, es decir, no se localizan los orígenes y destinos de los flujos geográficamente, que resultaría muy útil cuando se trata de la extracción, consumo y comercio de recursos como el agua. En cuarto lugar, excluye generalmente los flujos de agua, siendo ésta un material de importancia vital. Por último, no hay una metodología universal, aunque la desarrollada por EUROSTAT es la mayormente aceptada.

Cabe destacar aquí la diferencia que supone incluir la localización geográfica de los flujos, por un lado, y realizar el análisis del metabolismo social de una región, en lugar del metabolismo de una economía, por otro. Éste segundo enfoque, al que podría denominarse “Metabolismo Territorial” sería muy positivo para el análisis de recursos como el agua, ya que permitiría analizar el metabolismo de cuencas hidrográficas, que han sido establecidas por la Directiva Marco del Agua (DMA) de la Unión Europea como las unidades básicas de gestión. Sin embargo, la idea del Metabolismo Territorial conlleva una definición conceptual que habría que definir más concretamente y además se podría ver limitado por las dificultades para encontrar datos con los que realizar el análisis.

Salvando las limitaciones expuestas, la utilidad del MFA radica en la posibilidad que nos ofrece para comprender los flujos de materiales, en contraposición con las tablas de

contabilidad monetaria tradicionales que no recogen los materiales sin valor monetario, perdiéndose en el análisis, entre otros, la totalidad de los flujos ocultos, y por tanto las externalidades. Sin embargo, hemos de tener en cuenta que el reduccionismo físico no deja de ser un reduccionismo. En el metabolismo socioeconómico no sólo nos encontramos con flujos físicos, sino también monetarios de sentido inverso a los flujos físicos.

Figura 1: Esquema del balance material de una economía
Fuente: Adaptado de EUROSTAT, 2001.



Una aplicación del MFA es su integración con flujos monetarios dentro del sistema NAMEA que se basa en la integración de ambos tipos de datos en un diseño que responde a la necesidad de mantener la estructura convencional de información y al mismo tiempo recoger en unidades físicas la base material de las transacciones monetarias (Alcántara, 2003). Los estudios más emblemáticos, en este sentido, para las economías que Vallejo (2006) considera “del norte” han sido elaborados por los siguientes organismos: *Wuppertal Institute* (Alemania), *World Resources Institute* (Washington), Eurostat, y el *Institut für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung* (Austria). Adelantamos ahora que ninguno de estos estudios ha recogido lo que definiremos más adelante como el metabolismo hídrico.

La figura 1 esquematiza la metodología de EUROSTAT. En esta metodología se tienen en cuenta las entradas y salidas directas por comercio, las extracciones y los vertidos, así como los flujos ocultos importados.

1.2.2 LA TEORÍA DE LA DESMATERIALIZACIÓN

La teoría de la Curva de Kuznets Ambiental -CKA- (Panayotou, 1993) supone que en un primer estadio, el crecimiento económico tiene efectos ambientales adversos pero a partir de un nivel determinado de renta per cápita, los sucesivos incrementos de la misma suponen mejoras ambientales. En consonancia con la hipótesis de la CKA, la teoría de la Desmaterialización plantea que una economía, al crecer su renta per cápita, reduce las entradas de la cantidad de materia y las salidas de residuos y se considera uno de los requisitos del desarrollo sostenible (Bringezu et al., 2004). De aquí se desprendería la idea de que el crecimiento económico es casi un requisito obligatorio para que suceda este fenómeno.

Dando por válida la Teoría de la Desmaterialización, las economías ricas estarían reduciendo la cantidad de materia empleada en su proceso de producción, lo que significaría un desacoplamiento entre la actividad económica y el uso de recursos. Estaríamos, de este modo, solventando el problema de “aceleración” de algunos procesos de los ciclos, al que hacíamos alusión anteriormente. No obstante, esta teoría tiene dos versiones. Por un lado, la versión de la Desmaterialización débil supone que se utiliza una menor cantidad de materia por unidad de PIB real y, con más o menos aceptación, ha sido comprobada para algunos casos de flujos de materiales y energía (Carpintero 2005). Por otro, la versión de la Desmaterialización fuerte, supone que se está produciendo un menor uso en términos absolutos, es decir, que la cantidad real de materiales en las economías “ricas” se está reduciendo. Esta segunda versión, sin embargo, no ha sido demostrada hasta el momento (Bringezu et al, 2004).

Una crítica razonable a la comprobación de la Desmaterialización débil o relativa (Bringezu et al, 2004; Martínez-Alier y Roca, 2001; Matthews et al, 2000, Carpintero, 2005) consiste en argumentar que las economías industriales cada vez extraen menos recursos naturales porque importan los productos elaborados cuando resulta más eficiente económicamente, importando de esta forma materiales y flujos ocultos y exportando degradación ambiental. Según un estudio del *Wuppertal Institute*, los flujos de materiales en el comercio de la Unión Europea han incrementado la carga ambiental transferida a las

economías del sur por las mochilas ecológicas de las cargas importadas, produciendo un intercambio ecológicamente desigual.

1.3 ECONOMÍA Y COMERCIO

No todas las economías tienen acceso a los recursos suficientes para producir todo aquello que creen, o dicen, necesitar. Para suplir la demanda de productos que no es posible elaborar por una sola economía, se intercambian comercialmente éstos por otros que se elaboran más eficientemente en otras. La globalización ha originado una escala de intercambios comerciales diferentes de aquéllos que se realizaban a pequeña escala entre miembros de tribus cercanas (Vallejo, 2006).

Si, como hemos visto anteriormente, los procesos de elaboración de una economía requieren un consumo material, los casos en los que el comercio impulse estos procesos, estará impulsando a la vez el consumo de materiales. Tanto es así, que Naredo (2006) sostiene que el comercio es una de las fuentes del deterioro ambiental en tanto en cuanto los modelos de dominación actual se basan, entre otros, en la adquisición de poder en el mundo financiero por parte de las empresas transnacionales en detrimento de los Estados. La relación entre el medio natural y el comercio es uno de los principales puntos de divergencia entre diferentes visiones de la Economía. A continuación hacemos un breve repaso.

1.3.1 EL PLANTEAMIENTO DE LA ECONOMÍA NEOCLÁSICA Y DE LA ECONOMÍA AMBIENTAL

En el siglo XVII y XVIII los mercantilistas afirmaban que la fuente de la riqueza y el poder consistía en que la exportación fuera mayor que la importación. Por otro lado, en su teoría sobre el comercio internacional, Ricardo sostenía que en un sistema de comercio libre, cada país debería emplear sus factores productivos en la elaboración de los productos para los que sus recursos (naturales y artificiales) son más propicios e importar aquéllos para cuya elaboración los recursos no son muy favorables, lo que encarecería el coste. De esta forma se abre la posibilidad de obtener recursos provenientes de otros mercados a un precio menor que los de la misma producción local.

El modelo desarrollado por Heckscher y Ohlin en los años treinta propone que la Economía elabore una mayor cantidad de productos si los factores productivos necesarios

para elaborarlos son abundantes, y más baratos, y una menor cantidad en caso contrario, entendiendo por factores productivos el capital (monetario) y el trabajo. De esta forma las economías deberían exportar los productos cuando los factores para elaborarlos sean abundantes y baratos (capital en caso de los países ricos y trabajo en el caso de los países pobres), mientras que deberían importar aquéllos cuya elaboración resulte costosa debido a la escasez de los factores productivos (mano de obra en los países ricos y capital en los pobres). De esta forma se reduce el intercambio de bienes a un intercambio de factores productivos entre países, ignorándose las repercusiones que sobre el medio podría tener la disposición de determinados recursos naturales en determinadas zonas.

Adam Smith afirma que la limitación del comercio hace desaparecer los incentivos para la especialización que permitiría el saldo positivo en las exportaciones que traería la riqueza. Siguiendo los argumentos de Smith (1986), un capital no se emplea de forma correcta en fabricar algo que sería más barato comprar si puede comprarse más barato que hacerse.

La teoría neoclásica, basándose en unas suposiciones cuestionables, argumenta que el libre comercio lleva a una solución del tipo “ganar-ganar”, es decir, todos los países implicados en la transacción salen ganando debido a que se genera un mayor crecimiento económico que permite un aumento del bienestar. Incluso la *World Trade Organization* – WTO-, cuando aún era el GATT (*General Agreement on Tariffs and Trade*), consideraba el comercio una ventaja que no debía ser influida negativamente por problemas ambientales (Muradian y Martínez-Alier, 2001). De esta forma, vemos como, alentado por las teorías clásicas y neoclásicas del comercio internacional, incluso los organismos internacionales dejan de lado las consideraciones ambientales en la política sobre comercio.

Como contrapartida, y de una forma muy breve, podríamos decir que la visión de la Economía Ambiental incluye la necesidad de un medio ambiente en unas condiciones “adecuadas” para ofrecer determinados servicios ambientales. Sin embargo, también supone que la bonanza económica es requisito para aumentar, por un lado, el capital que se puede destinar a protección ambiental y, por otro, la preocupación ambiental. Esta corriente de pensamiento considera que no puede existir el comercio injusto porque cada país es libre de fijar los estándares ambientales que estime más convenientes. Repetto (1994) incluso propone que si los países en desarrollo adoptaran unos estándares ambientales adecuados en la elaboración de productos (principalmente dependientes del sector primario), e incluyeran los precios de esos flujos ocultos a los que hacíamos alusión en forma de

externalidades, sus términos de intercambio mejorarían ya que la demanda de los países desarrollados económicamente es muy inelástica a los precios del sector primario.

1.3.2 LA CRÍTICA DE LA ECONOMÍA ECOLÓGICA

Daly (1997) demostró que algunas de las suposiciones en las que se basan las teorías neoclásicas y ambientales no son del todo asimilables y otras son del todo incompatibles con el mundo moderno regido por el libre flujo de capitales, la explosión demográfica o el estrés ecológico. Mientras que para las perspectivas ambiental y neoclásica el libre comercio parece ser el remedio al problema de la distribución de los recursos, Daly argumenta que éste conlleva tres consecuencias principalmente: la asignación ineficiente de los recursos, la distribución injusta de la renta y la degradación ambiental y una expansión económica que sobrepasa la escala ambiental sostenible.

Por un lado, los precios no recogen las externalidades de la producción (situación conocida como *dumping* ecológico), haciendo que las inversiones se movilicen hacia los destinos con mínimos costes de internalización. Esta situación es considerada como ineficiente al trasladar los costes a agentes que no participan en la actividad que los originó. En segundo lugar, los flujos de capital sí se movilizan libremente; esto, sumado a la búsqueda de reducción de costes en aras de una mayor competitividad, pueden provocar el sacrificio de los servicios sociales e incluso los estándares ambientales (Daly, 1993), en contra de la subida que proponía Repetto. Por último, y más interesante para nosotros, Daly (1994) propone que la utilización de flujos por parte de la Economía es inasumible materialmente por el sistema natural “Tierra” y que la Economía debería encaminarse hacia unos patrones de consumo más propios de la Economía del Estado Estacionario en la que nos encontramos.

La Economía tradicional supone una relación directa entre comercio internacional y crecimiento económico y también entre crecimiento económico y protección ambiental. Muradian y Martínez-Alier (2001) cuestionan estas dos relaciones. Con respecto a la relación entre comercio y crecimiento económico, Edwards (1993) asegura que los estudios empíricos no demuestran una relación causal entre comercio y PIB. Además, desde la Economía Ecológica se critica el uso del PIB como medida del bienestar.

Por otro lado, la relación entre crecimiento económico y calidad ambiental tiene su base en la teoría de la Curva de Kuznets Ambiental, que ha sido criticada desde la Economía Ecológica por varios motivos, entre los que destacamos los siguientes. En primer

lugar, el nivel de renta que muchos estudios determinan necesario para que se produzca el descenso del deterioro ambiental es generalmente muy elevado. En segundo lugar, es imposible recuperar un estado de calidad ambiental cuando el daño se convierte en irreversible, situación que suele suceder antes de que se alcancen los valores de renta indicados. En tercer y último lugar, una mejor calidad ambiental supone que una economía se independiza del uso de materiales, pero esta teoría no ha sido constatada en su versión “fuerte”, como hemos señalado anteriormente, ya que la dependencia de una economía puede haber cambiado de los materiales de extracción real doméstica a los flujos ocultos importados cuyo cálculo es aún complicado (EUROSTAT, 2001).

Martínez–Alier y Roca (2001, 435) se hacen la siguiente pregunta: “¿Cómo establecer una alternativa de desarrollo o una alternativa al desarrollo que no esté basada en un comercio abusivo e insostenible?”. La Teoría del Intercambio Ecológicamente Desigual alega que existe un menoscabo en el valor de los términos ambientales de intercambio de una economía en virtud del aumento del valor de los de otra. El comercio ecológicamente desigual nace por dos causas: por un lado, por la no incorporación de las externalidades en los precios de exportación y, por otro, por centrar la economía en la exportación de bienes para cuya elaboración se necesita un tiempo mayor del que se necesita para elaborar los bienes que se importan; es decir, por especializar el comercio de un país en bienes primarios o materias primas exportables para cuya producción la naturaleza ha necesitado más tiempo del que se ha requerido en el país de producción del cual se importan.

1.4 LA AGRICULTURA

1.4.1 AGRICULTURA Y METABOLISMO SOCIOECONÓMICO

Es obvio decir que la principal necesidad del ser humano es la alimentación. Un adulto medio necesita unas 2500 Kcal. diarias para poder mantener su metabolismo basal y realizar un trabajo. Es también obvio que los alimentos provienen, en última instancia, de los sistemas agrícolas por lo que podemos afirmar que el mantenimiento de estos sistemas es vital para el ser humano. Como Podolinsky (1880) afirma:

“Mientras cada ser humano pueda disponer de una cantidad de energía que supere tantas veces el trabajo mecánico que él mismo realiza como el denominador de su “equivalente económico” sea superior a su

numerador, la existencia de los hombres está garantizada, ya que el trabajo mecánico está consiguiendo entonces en cierto sentido las sustancias alimenticias y otros medios para satisfacer las necesidades humanas”.

Es decir, que si el ser humano es capaz de conseguir más calorías en productos agrarios de las que emplea para el trabajo en el campo, podrá sobrevivir. Este excedente debe ser igual a las calorías que necesita toda la sociedad, ya que no todos los individuos trabajan en el campo. La agricultura propia de las sociedades preindustriales se caracterizaba por una producción energética de subsistencia, es decir, que la producción energética del campo agrícola proporcionaba únicamente la energía necesaria para que toda la sociedad pudiera vivir. Este podría ser el caso de la agricultura de subsistencia en muchos países en desarrollo, incluyendo la España de la posguerra.

Aumentar la productividad energética del suelo supone una producción extra con la que se puede comerciar. Cuando la lógica imperante es la del crecimiento económico, resulta muy tentador aumentar esa producción con los medios disponibles, aumentando de esta forma el PIB mediante el comercio con otras regiones. De esta forma, la obtención de productos bióticos a partir de la agricultura, pesca y explotación forestal ha evolucionado desde un sistema con valores extensivos hasta un sistema intensivo, donde se produce una energía superior a la que necesita la sociedad que la produce. De esta manera se está alterando el metabolismo natural de estos sistemas, forzándolos a un mayor consumo de recursos.

Los sistemas intensivos de producción agrícola utilizan una mayor energía debido al uso de combustibles fósiles y fertilizantes (como hemos comentado, no sólo hay que tener en cuenta en estos casos los flujos directos, sino también los indirectos), de tal forma que Odum incluso habla de “cultivar con petróleo” (Martínez-Alier y Roca, 2001). De esta forma, si para producir 20 kilocalorías de productos agrícolas en un sistema tradicional se necesita una kilocaloría de trabajo humano, en sistemas intensivos de producción agrícola aún se necesita más. Pimentel y Giampietro (1991), compararon el trabajo realizado por el hombre con el realizado con ayuda de bueyes y de tractores. Los resultados demuestran que para producir una caloría se necesita la mitad de calorías en trabajo humano de las que se necesitan con bueyes, y cuatro veces menos de la que se necesitan con un tractor.

Podemos decir entonces que la extracción de la agricultura tradicional estaba adaptada a las posibilidades del territorio ya que ésta respetaba los tiempos de recuperación de los ecosistemas. Actualmente, sin embargo, estamos forzando los sistemas tradicionales

hacia otros de carácter cada vez más intensivo, cuyos valores contrastan con el equilibrio de la agricultura tradicional y se basan en la introducción de materias (agua y fertilizantes, principalmente) de forma artificial. Estos sistemas consiguen una mayor productividad pero generan un mayor consumo de esas otras materias y recursos, que los hace dependientes del resto de sectores y un mayor impacto ambiental. A pesar de ello, según la OECD (2005) hay pocos estudios que se centren en la influencia del comercio sobre los sistemas agroambientales y aún menos que estudien los efectos empíricos de las políticas ambientales sobre el comercio en los países de la OECD.

1.4.2 EL ¿LIBRE?¹⁰ COMERCIO Y LA ¿LIBRE? AGRICULTURA

Algunas cifras sobre el comercio internacional sorprenden según se desprenden del trabajo de Naredo (2006). Por un lado, los productos agrarios exportados han crecido en el período (1985-2000) de los 430 a los 1.400 millones de toneladas; y, por otro, el balance neto de productos agropecuarios de los países desarrollados pasó en el periodo (1981-1990) de 4.200 miles de toneladas exportadas a 42.762 miles de toneladas importadas, lo que demuestra una alta dependencia del comercio para atender la demanda más básica del ser humano.

Este comercio introduce al sector agrario en una espiral de intensificación de las formas de cultivo. Es decir, el aumento de la producción que supone la intensificación da lugar a la caída de los precios agrícolas y al aumento de la intensificación de las explotaciones para hacer frente a la deuda que muchos agricultores deben asumir al comienzo de cada campaña. Esta especialización no sólo conlleva un aumento en la necesidad de *inputs* monetarios, sino también en los *inputs* físicos, tecnológicos y humanos. De esta forma, el agricultor se hace dependiente de la tecnología y de la industria intermedia que generalmente vienen “de fuera” de su sistema local, los cuales necesita utilizar para mantener el nivel de competitividad.

Por otro lado, el sector agrícola se hace dependiente de las negociaciones con las grandes cadenas de distribución, las compañías transnacionales, que convierten en los

¹⁰ Entendemos que el comercio no puede considerarse “libre”, y menos aún el comercio agrario pues se encuentra intervenido a nivel interior y exterior mediante políticas, mejor o peor aceptadas, como las de regulación de stocks, pagos complementarios, retiradas puntuales, ayudas a la producción, aranceles, cuotas de importación y de exportación, *dumping* o ayudas al consumo interno, entre otras.

grandes centros de gobiernos de la cadena agroalimentaria al crecer su poder de negociación gracias al manejo de grandes volúmenes de mercancías y de los servicios de logística y distribución. Desde la posición dominadora, estas grandes cadenas “fijan las condiciones de venta, presionan los precios a la baja, consiguen mayores aplazamiento en los pagos y mejores condiciones en la entrega” (Delgado y Aragón, 2006)

Un agricultor puede jugar con el manejo de diferentes factores. Sin embargo, la dependencia a escalas mayores, por un lado, de las grandes distribuidoras que son sus principales clientes y, por el otro, de las grandes industrias intermedias que proporcionan los *inputs* necesarios deja al agricultor con un pequeño margen de maniobra. A escala local, el agricultor intensifica la explotación de recursos naturales y humanos, provocando la disminución de las garantías de las condiciones laborales de la mano de obra, en muchos casos inmigrante en los países europeos, así como una extracción masiva e incontrolada de recursos naturales en nombre de la bonanza económica.

De esta forma, el comercio induce a un aumento de la extracción de recursos y posibilita dos tipos de asimetrías: por un lado, la asimetría entre el coste físico y la valoración monetaria, y por el otro la asimetría entre el valor otorgado en las primeras y últimas etapas de la elaboración del producto que es una regla de comportamiento generalizada. Por otro lado, al comercio favorece el intercambio (ecológicamente) desigual al aumentar los costes monetarios y físicos a escala local para mejorar las opciones de compra en los mercados agrarios a escala global.

El comercio de bienes y flujos ocultos tiene los beneficios propios de un intercambio. Sin embargo, cuando se produce una situación de dependencia del mismo, la intensificación derivada de ella provoca una escasez social a escala local de los recursos. Es decir, los recursos se transforman en escasos (o incluso en no renovables) bajo la presión de las necesidades del comercio dirigido por la gran industria agroalimentaria global. O dicho de otra manera, se hacen escasos porque las actividades que gracias a ellos se desarrollan no concuerdan con las propiedades de los mismos.

2 ECONOMÍA Y AGUA: EL METABOLISMO HÍDRICO Y EL AGUA VIRTUAL

Hemos señalado la importancia de la fotosíntesis para el desarrollo de la vida y, por ende, de la sociedad. Como hemos visto en la introducción, el agua es un recurso importante para la vida, ya que las principales reacciones metabólicas de los seres vivos necesitan agua. Es también importante para los procesos de producción y de consumo de una sociedad. Por último, el agua es esencial para la cultura, al ser parte importante de rituales y fiestas en todo el mundo.

A pesar de la importancia de este recurso y de la necesidad, antes apuntada, de analizar los procesos económicos y sociales desde la perspectiva metabólica, estos flujos no se recogen ni en los estudios sobre metabolismo socioeconómico realizados hasta la fecha. Varios autores interesados en el tema han apuntado la extraordinaria importancia tanto cualitativa como cuantitativa de los flujos de agua en el metabolismo de la economía y de la sociedad (Carpintero, 2006; Matthews, 2000; Velázquez, 2007). Las razones argumentadas son variadas, aunque podríamos resumirlas en las siguientes.

En primer lugar, se apela al carácter desequilibrante, en términos cuantitativos, de este recurso (Carpintero 2005, 139), acorde con la siguiente afirmación de Naredo (2006, 51): “cabe recordar que las cantidades de agua y aire utilizados en la Tierra se cifran en billones (10^{12}) de toneladas, mientras que las extracciones producto de la fotosíntesis y de la corteza terrestre se cifran en miles de millones (10^9) de toneladas”.

En segundo lugar, Matthews (2000) argumenta las graves carencias de la información estadística sobre el uso del agua. Esta carencia denota en palabras de Naredo (2005, 50) “una falta de apoyo administrativo que se muestra en flagrante contradicción con la extendida preocupación por los “problemas ambientales” y, es aún más grave al tratarse el agua de un recurso de carácter estratégico, como argumenta Fisheon (1989).

En tercer y último lugar, se apunta a la situación geográfica del recurso ya que los flujos de materiales no estudian la asociación de los recursos a nivel geográfico. Como Matthews et al (2000) argumentan, mientras la extracción de agua de acuíferos ríos y lagos puede crear un alto impacto ambiental a escala local o regional, los problemas dependerán de la disponibilidad del recurso. Además, estos autores sostienen que generalmente los análisis realizados se elaboran a escala nacional, siendo ésta perspectiva de poca utilidad en el caso de los recursos hídricos (Matthews et al., 2000). En cualquier caso, entendemos

absolutamente necesario avanzar en la senda en la que se incluyan los flujos hídricos en los análisis económicos y sociales, y a ello dedicamos el siguiente apartado.

2.1 LA CONTABILIDAD DE FLUJOS HÍDRICOS

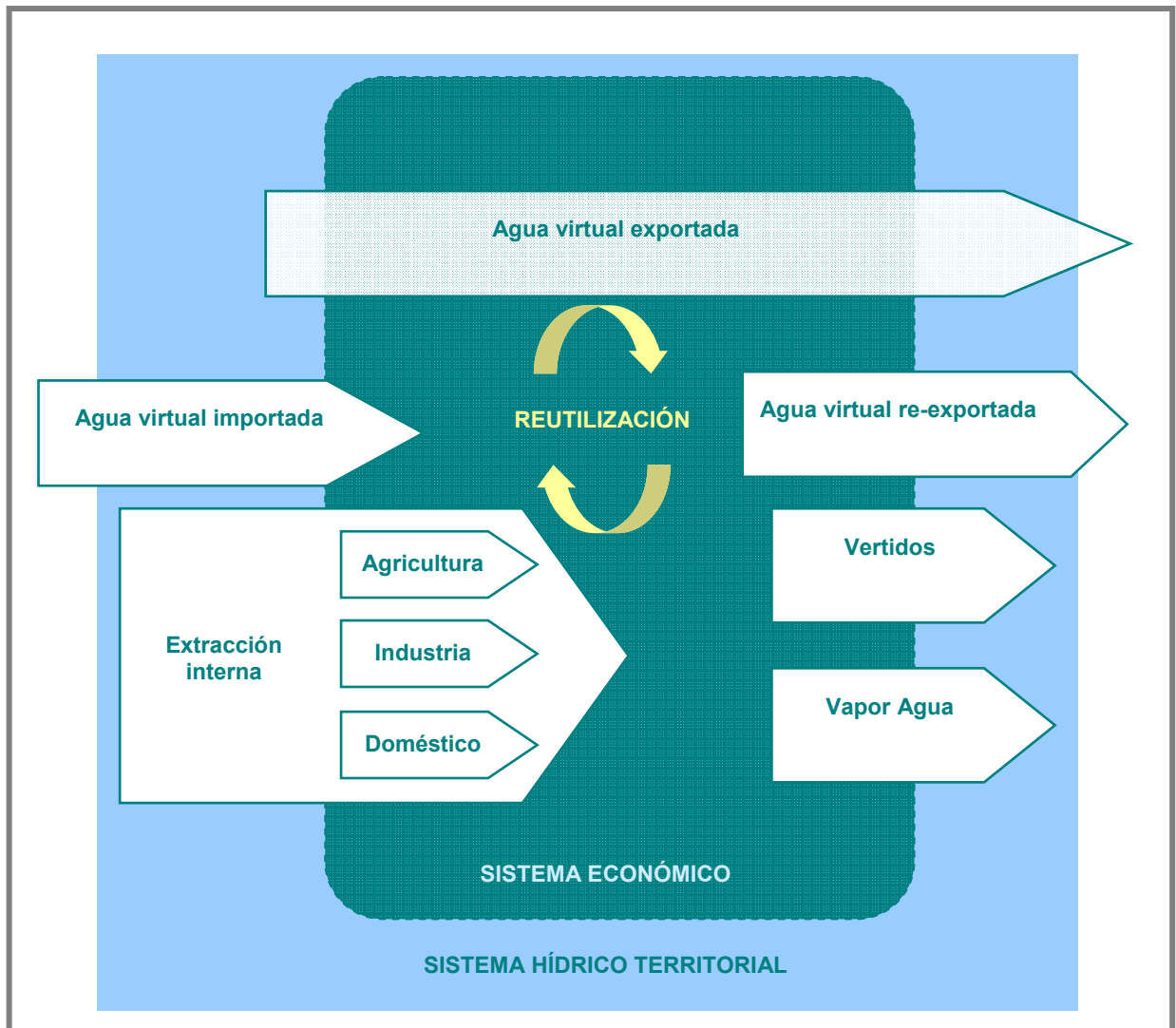
El agua, como cualquier otro recurso, puede ser considerada en cantidad y calidad. Y en este caso, incluso más que en otros recursos naturales, la calidad cobra una importancia relevante. Normalmente, al hablar de agua utilizada estamos haciendo referencia, únicamente, a la cantidad de la misma. Sin embargo, la calidad del recurso puede determinar los usos, siendo una misma cantidad susceptible de diferentes usos consecutivos. El agua tiene además una tercera cualidad que la hace aún más interesante para determinados usos: su energía potencial, utilizada generalmente para su transformación en energía eléctrica.

Cuando nos centramos en el uso de agua por parte de la agricultura, podemos distinguir entre el uso de “agua azul” y “agua verde” (Chapagain et al, 2006a). Siendo los dos consumos cuantitativos, el primero se refiere al agua extraída de los ríos y acuíferos, es decir procesada por el hombre, mientras que el segundo se refiere a la cantidad de agua que permanece en el suelo después de la precipitación y que puede ser utilizada por las plantas. Guan y Hubaek (2007) estiman también la cantidad de agua contaminada por la economía, de forma que englobarían esta propiedad cualitativa del agua en los estudios. Aunque los inconvenientes que derivan del uso del agua azul sean más evidentes (tiene un coste de oportunidad, valorable en muchos términos, incluyendo el monetario), el consumo por parte de los sistemas agrarios intensivos del agua verde también los tiene ya que este tipo de agua puede alimentar la cubierta natural. Aunque hemos de reconocer que la inclusión de esta diferenciación en las estadísticas tradicionales puede suponer un problema por la compatibilidad y por la necesidad de datos.

La MFA, como hemos comentado anteriormente, no tiene en cuenta los flujos de agua en ninguna de sus tres vertientes: ni la cantidad, ni la calidad ni la energía potencial. Y como también hemos comentado, es necesario comenzar a abordarlo. Podemos hacerlo desde varias perspectivas: desde la más amplia a la que podríamos llamar Metabolismo Hídrico hasta las más específicas como la Huella Hídrica y el Agua Virtual. Hemos de apuntar que el concepto de Metabolismo Hídrico no ha sido utilizado, al menos en la revisión que hemos podido realizar, hasta la fecha. Se trataría, de forma análoga al metabolismo

económico, de analizar las entradas y salidas de los flujos de agua de una economía, tanto en cantidad como en calidad. En la figura 2 se representa un esquema de la propuesta de este concepto.

Figura 2: Propuesta del metabolismo hídrico de una economía
Adaptado de EUROSTAT, 2001; Hoekstra y Chapagain, 2007.



Por lo que respecta al concepto de la huella hídrica (*Water Footprint*)¹¹, fue introducido en 2002 por Hoekstra y Hung y se define como la cantidad total de agua utilizada para producir los bienes y servicios que consumen los habitantes de un área determinada. Como el consumo de una región se abastece de productos elaborados domésticamente e importados, la huella hídrica tiene dos componentes: el agua doméstica y el agua foránea. Este concepto puede ser usado como indicador para establecer el grado de dependencia de una economía con respecto al agua y, por lo tanto, estudiado en una serie temporal, para probar si una economía sigue un proceso de “deshidricación”. Estudios de Zimmer y Renault (2003) indican que mientras una dieta de supervivencia requiere 1 m³ de agua por persona y día, las dietas basadas en productos animales requieren diez veces más.

La huella hídrica tiene dos componentes: la huella hídrica interna y la externa (Hoekstra y Chapagain, 2007), en función de lo comentado anteriormente sobre la procedencia doméstica o foránea del agua. Ambas componentes vienen definidas por las siguientes expresiones:

$$IWFP = AWU + IWW + DWW - VWE_{dom} \quad [1.1]$$

$$EWFP = VWI - VWE_{re} \quad [1.2]$$

La huella hídrica interna (IWFP) se define como la suma del consumo de agua de la agricultura (AWU), la industria (IWW) y el consumo doméstico (DWW) menos el agua virtual (oculta) de origen doméstico exportada a otros países (VWE_{dom}). La huella hídrica externa (EWFP), se define como el agua virtual importada (VWI) menos el agua virtual procedente de ésta que se exporta, es decir, el agua virtual re-exportada. Ambas componentes incluyen el agua virtual azul y verde.

A continuación pasamos a explicar que entendemos por agua virtual.

2.2 EL AGUA VIRTUAL (AV)

Hace ya casi veinte años, Fisheon G. (1989) concluyó que no resultaba muy inteligente exportar bienes para cuya producción había sido necesario consumir grandes cantidades de agua en aquellos países con problemas de escasez hídrica. De esta manera,

¹¹ Aunque el Ministerio de Medio Ambiente de España haya traducido *Water Footprint* como “huella ecológica del agua”, hemos creído más correcto emplear el término Huella hídrica, ya que huella ecológica del agua podría confundirse fácilmente con la cantidad de territorio necesario para mantener un determinado volumen de agua.

se plantea por primera vez lo que muchos países con problemas de escasez llevaban años haciendo; esto es, especializarse en la elaboración de productos con bajos requerimientos de agua y basar sus relaciones comerciales en una alta exportación de dichos productos y, por el contrario, reducir la producción y la exportación de aquellos otros productos con fuertes requerimientos de agua, sustituyendo la producción interna con bienes importados de aquellos países cuyo coste en agua fuera inferior. De estos primeros planteamientos se comienza a dilucidar el concepto de agua “contenida” –que desembocará años más tarde en el de AV definido por Allan y que veremos a continuación- pero no se entendió entonces como una alternativa al ahorro de agua y no tuvo en su momento repercusión alguna en el campo de la política hídrica en ninguno de sus niveles (global, regional, local), como tampoco lo tuvo en el ámbito académico. Parece que ahora, lenta y tímidamente, se va haciendo visible este concepto para esos propósitos.

2.2.1 CONCEPTO Y DEFINICIÓN

La definición de AV más aceptada actualmente la ofreció el propio creador del concepto en su trabajo *Virtual Water: a strategic resource. Global solutions to regional deficits* (Allan, 1998) donde puede leerse: “La cantidad de agua consumida en el proceso de elaboración¹² de un producto es llamada el Agua Virtual asociada¹³ al producto”.

El concepto de AV adquiere toda su relevancia cuando se asocia al comercio y aunque bien es cierto que el concepto de agua virtual ha surgido en los últimos años, el comercio de agua virtual es tan antiguo como el propio comercio de bienes. De esta forma, podemos entender por comercio de agua virtual la relocalización del agua asociada a los productos que se intercambian. En virtud de este comercio, existe un flujo de agua virtual desde los países o regiones exportadoras hacia los países o regiones importadoras, siendo actualmente todos los países al mismo tiempo importadores y exportadores de AV.

Ante la interesante cuestión de qué cantidad de agua podríamos ahorrar importando bienes en lugar de producirlos nosotros mismos, Hoekstra (2003) diferencia entre dos

¹² Como hemos comentado anteriormente, los seres humanos y por ende los sistemas económicos no producen, sino que elaboran los recursos naturales para obtener productos.

¹³ En el texto original “*The amount of water consumed in the production process of a product is called the virtual water contained in the product*”, la palabra *contained* se tradujo inicialmente como “contenida”. Sin embargo en español hemos creído que el término “asociado” aporta una mayor exactitud de la idea, ya que el significado de contenido es “lo que se contiene en algo o está en su interior” y el agua virtual no tiene por qué estar físicamente dentro del producto.

aproximaciones: el agua virtual real y el agua virtual teórica. Por la primera entendemos el agua que realmente se utiliza para la producción de un bien o servicio en el país de producción del mismo. Esta cantidad dependerá de muchos factores incluidos, por un lado, el lugar y tiempo de producción, que pueden afectar a las necesidades de agua del cultivo; y por otro, la eficiencia en el uso del agua, ya que a menor eficiencia en su uso, mayor volumen de agua virtual será necesario. El agua virtual teórica, hace referencia al agua que habría utilizado en el país de destino de un bien en caso de que dicho bien importado hubiera sido producido en el mencionado país. Esta segunda aproximación plantea la dificultad de que el bien para el que queramos estimar el agua virtual teórica no sea producido en el país de destino, por lo que generalmente los estudios realizados se centran en el agua virtual real.

2.2.2 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL CONCEPTO

Además de la idea intuitiva, anteriormente aludida, de AV aportada por Fishelson a finales de los ochenta del siglo pasado, Allan, geógrafo y miembro de la Escuela de Estudios de África y Oriente (SOAS)¹⁴ de la Universidad de Londres, pretendió dar al concepto un carácter más cuantitativo e incluso trató de cuantificarlo en su trabajo *Fortunately there are substitutes for water otherwise our hidro-political futures would be impossible* a principio de los años 90. Sin embargo, ante las dificultades encontradas al intentar cuantificar la energía contenida en los bienes de consumo derivados del petróleo, decidió en 1994, no dedicar mucho esfuerzo a obtener una versión del concepto que pudiera ponderarse sino en definir el concepto como una metáfora cualitativa. Es entonces cuando acuña el término “Agua Virtual”¹⁵ para referirse a este concepto. Originalmente, el concepto de agua virtual de Allan se concibió para “fomentar el comercio pacífico del agua contenida en artículos producidos mediante sistemas de producción con un consumo intensivo de agua en los países con déficit del recurso”.

Aunque el concepto surge a principios de los noventa (1993-1994), reconocer su importancia para conseguir la seguridad de los recursos hídricos a nivel regional y global ha llevado casi una década, ya que no ha sido hasta el año 2002 cuando se produce el primer encuentro internacional en la materia en la ciudad de Delf (Países Bajos); y por fin se

¹⁴ Siglas de School of Oriental and African Studies.

¹⁵ Traducción del término inglés Virtual Water.

reconoce la importancia a nivel internacional cuando en el III Foro Mundial del Agua, celebrado en Japón el año 2003, se dedicó una de las sesiones al agua virtual.

El concepto de AV y su aplicación como indicador del consumo de agua en la producción, y posterior comercialización, ha despertado gran interés entre los académicos e investigadores. Así, podemos resaltar las estimaciones realizadas del agua virtual comercializada entre los diferentes países para determinados productos agrarios (Hoekstra y Hung, 2002; Chapagain y Hoekstra, 2003a, 2003b; Chapagain et. al., 2006a; Fraiture et. al., 2004; Hoekstra, A. Y. y Hung, P. Q., 2005) o las valoraciones realizadas para ciertas regiones o países (Guan, D. y Hubacek, K. 2007; Chapagain, A.K., et. al. 2006b; Ma, J. et. al. 2006; Qadir, M. et. al., 2003; Yang, H. 2002; Dietzenbacher, E. y Velázquez, E. 2006, Velázquez, 2007).

A pesar de las oportunidades para la gestión de la demanda de agua que abre este concepto, hay también que reconocer sus limitaciones y los posibles riesgos que puede entrañar si no se aplica con razonabilidad. Por un lado, sin ser éste el momento para tratar en profundidad el interesante tema de la soberanía alimentaria, no podemos dejar de mencionar que el concepto de AV reafirma, de alguna manera, la Teoría de las ventajas comparativas del comercio internacional, y se podría caer en el peligro de plantear que algunos países en vías de desarrollo, con fuertes sequías, dejaran de cultivar alguno de los productos que forman parte de su base alimentaria, grandes consumidores de agua, para importarlos de terceros países, generando así una fuerte dependencia de éstos en algo tan delicado como la alimentación. Por otro lado, Wichelns (2004) plantea el peligro contrario, a saber, que una región con escasez de agua pudiera especializarse en la producción y exportación de bienes intensivos en agua.

Por todo ello, no parece lógico criticar el reduccionismo de la Economía neoclásica, que realiza análisis únicamente en términos monetarios, y recaer en él, elaborando ahora análisis únicamente en términos hídricos. Surge así el debate sobre la necesidad de incluir en los análisis de comercio internacional los indicadores hídricos como un recurso endógeno más a tener en cuenta; y de incluir, al mismo tiempo, en los estudios sobre políticas de uso del agua otros indicadores. En este trabajo abrimos un camino hacia el metabolismo hídrico y lo complementamos con los flujos monetarios originados y el análisis de determinados indicadores de rentabilidad hídrica que posibiliten la comparación de ambas variables.

2.2.3 APLICACIÓN DEL CONCEPTO

Hoekstra, (2003a) propone dos usos prácticos del concepto de agua virtual. En primer lugar, la presenta como un instrumento para asegurar la disponibilidad de agua mediante el ahorro y la eficiencia en su uso; además, en segundo lugar, como una ayuda para estimar el vínculo entre patrones de consumo e impacto ambiental.

La importación de agua virtual puede ser utilizada como una fuente alternativa en países con escasez de recursos hídricos para asegurar la disponibilidad del recurso o el alimento. Allan (1998) afirma que el agua virtual es un medio para solucionar problemas geopolíticos y prevenir las llamadas “Guerras del Agua”. Esta opción se plantea como alternativa a los grandes transvases hídricos y como solución a los problemas de hambre generalizada, sin embargo, debe controlarse para no incurrir en un “intercambio ecológicamente desigual”, cosa que podría ocurrir si una economía importara agua virtual de forma abusiva de un país con escasez que ha disminuido sus estándares para utilizar su agua en otras actividades más rentables económicamente. Es decir, este concepto debería aplicarse como un criterio a la hora de tomar elecciones en la elaboración de las políticas de gestión del agua y el medio ambiente a nivel global, y no como una forma de disminuir la presión en las propias reservas de agua mediante las importaciones de bienes que hubieran consumido una alta cantidad de los recursos disponibles.

Allan (2001) afirma que actualmente el comercio de agua virtual tiene tanto éxito porque se hace como una opción de sentido común, de forma invisible y sin interferir en los debates de política general. Sin embargo, el hecho de estar en la sombra puede llevar al aplazamiento de reformas políticas necesarias como la consideración de las importaciones como otra reserva más que podría disminuir en un corto espacio de tiempo (Warner, 2003).

Por otro lado, el agua virtual nos da una idea de los flujos ocultos del metabolismo hídrico a los que hacíamos referencia anteriormente. De esta forma, nos permite estimar la presión sobre los recursos más allá de las fronteras de un territorio ya que el agua virtual es uno de los componentes necesarios para calcular la huella hídrica.

❖ **Aplicación del comercio de agua virtual a las políticas de gestión de agua**

La eficiencia en el uso de los recursos hídricos puede gestionarse a tres escalas: local, regional o global (Hoekstra y Hung, 2005). Los tres niveles, junto con los medios para conseguirlos, se muestran esquematizados en la figura 3.

Figura 3: Objetivos de eficiencia a los distintos niveles de gestión del agua y formas de conseguirlos.
Adaptado de Hoekstra y Hung. 2005.



A escala local, los precios y la tecnología del agua juegan un papel clave. En este nivel, la eficiencia en el uso del agua puede aumentarse mejorando las redes, reconociendo los costes reales y fomentando el ahorro de sistemas más eficientes de uso del agua. A nivel de cuenca hidrológica hablamos de distribución eficiente más que de uso; y el método pasaría por elegir una adecuada diversificación de las actividades, realizar un reparto adecuado entre los sectores de producción y escoger el uso del agua adecuado a cada región. Por último, y por encima de estos dos, se sitúa el nivel global, donde se pretende la eficiencia global mediante la cooperación y la utilización del comercio de agua virtual como herramienta de gestión. Es en esta última escala donde el agua virtual encuentra su completa utilidad a la hora de conseguir eficiencia en el uso del agua.

El comercio de productos derivados del uso intensivo del agua es una realidad, de forma que el comercio de agua virtual podría ser utilizado como un instrumento para conseguir un uso eficiente a nivel global y así contribuir a que los países con escasez de agua tengan asegurado el alimento, ayudando a compensar el déficit de agua y de comida y, con ello, a mantener la estabilidad social.

Hasta ahora muchos de los problemas políticos de esta índole en países semiáridos de Oriente Medio se han resuelto mediante políticas y estrategias sobre alimentación que empleaban como criterio el sentido común. Algunos de estos países, como Israel o Jordania, han elaborado políticas en la línea de reducir o abandonar las exportaciones y la producción de cultivos con alto requerimiento de agua, reemplazándolos por importaciones, o la producción de cultivos que aporten un alto rendimiento y que permitan optimizar los recursos de agua (van Hofwegen, 2004). La apuesta por esta estrategia es arriesgada y espinosa por el hecho de que sólo algunos países son exportadores netos de alimento en el mundo, ya que la mayoría de los países son importadores netos.

Para estos países es un desafío estimular y dirigir las inversiones en el sector agrícola para desarrollar actividades más allá de la agricultura de subsistencia, aunque este avance suponga probablemente su única manera de salir de la pobreza económica. El cambio de actividad requeriría una dirección de los recursos de agua allí donde pueden conseguirse unos ingresos económicos óptimos y donde haya unos mercados físicamente accesibles que generen recursos suficientes para financiar la compra de comida. Esto no tiene que desarrollarse necesariamente a nivel de mercado mundial, sino que puede ser a escala de mercado nacional, regional o incluso local.

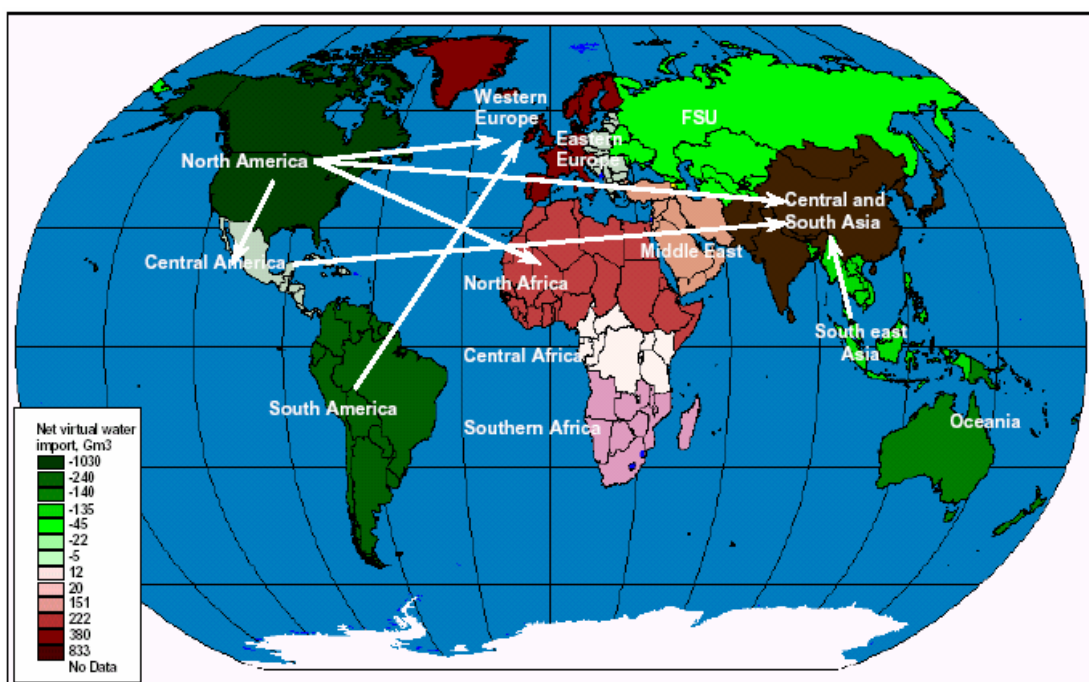
El comercio de agua virtual no es sólo importante para los países en vías de desarrollo económico, sino también para los desarrollados económicamente. La planificación local y la colaboración regional incorporando la noción del comercio de agua virtual pueden dar como resultado el intercambio de bienes, la diversificación de cosechas, la creación de la conciencia ante la importancia del tipo de dieta o acciones de restauración de cultivos en cualquier país. En definitiva, parece una buena opción incluir el comercio de agua virtual tanto en las políticas sectoriales como en las políticas de gestión del agua a niveles de región.

Por su parte, los peligros del uso del agua virtual como instrumento político son dos. En primer lugar, el aumento de la dependencia de las regiones importadoras con respecto a los principales exportadores ya que si la agricultura local no es capaz de adaptarse o competir, resultará dañada por la importación (en relación con los aspectos de soberanía alimentaria que hemos mencionado anteriormente). En segundo lugar, las importaciones de un país pueden producir un agotamiento de las reservas extranjeras si no hay ningún mecanismo de compensación, es decir si no se genera un intercambio igualitario.

2.2.4 SITUACIÓN MUNDIAL ACTUAL

Actualmente todos los países son a la vez importadores y exportadores de agua virtual. Aunque, normalmente, los países que importan agua virtual suelen sufrir déficit de agua, no tiene que ser necesariamente así, de forma que hay países que son exportadores aunque no tengan recursos extensos. Como ejemplo podemos pensar en Canadá que, aunque no sufre escasez de agua, es importador de limones y plátanos procedentes de regiones secas como América Central.

Figura 4: Balance del comercio de agua virtual en las trece regiones durante el periodo (1995-1999).
Fuente: Hoekstra, 2003.



Hoekstra y Hung (2002) dividen el mundo en trece zonas para estudiar el comercio global de agua virtual asociado al comercio de cultivos: América del Norte, América Central, América del Sur, Europa del Este, Europa Occidental, Oriente medio, Asia Central y Meridional, Sureste Asiático, África del Norte, África Central, África del Sur, la antigua Unión Soviética y Oceanía. La figura 4 muestra los principales flujos netos de agua virtual en el periodo 1995-1999 entre estas regiones. En ella podemos ver que los principales

exportadores fueron Norteamérica, Sudamérica, Oceanía y el sureste Asiático, mientras que los principales importadores fueron Europa del Este, Oriente medio, África del Norte y Asia Central y Meridional. Las flechas indican los flujos mayores¹⁶ de 100 Gm³. Aunque guarda cierta relación, los principales exportadores e importadores de agua no tienen por qué coincidir con los principales importadores y exportadores de los cultivos,

Tabla 2: Ranking de los 10 mayores exportadores e importadores de agua virtual en el periodo (1995-1999).

Fuente: Hoekstra y Hung, 2005.

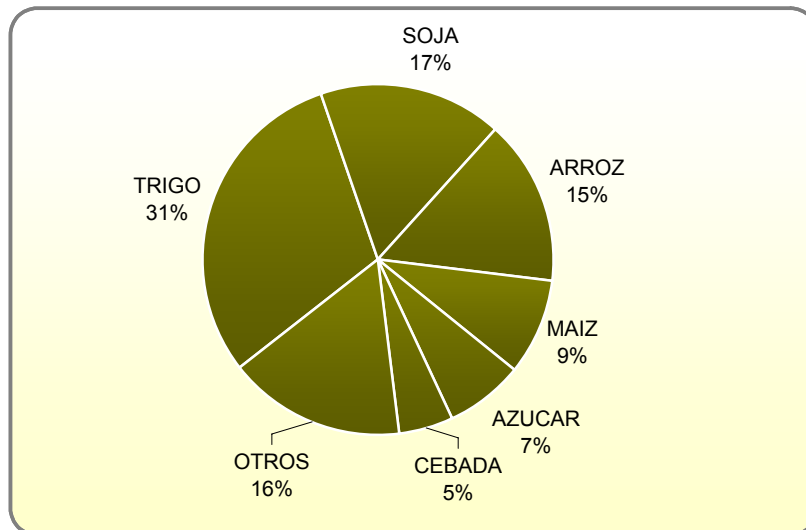
Exportaciones Netas Anuales			Importaciones netas Anuales		
ZONA	(Km ³)		ZONA	(km ³)	
EEUU	152	1	JAPÓN	59	
CANADÁ	55	2	PAÍSES BAJOS	30	
TAILANDIA	47	3	REP. COREA	23	
ARGENTINA	45	4	CHINA	20	
INDIA	32	5	INDONESIA	20	
AUSTRALIA	29	6	ESPAÑA	17	
VIETNAM	18	7	EGIPTO	16	
FRANCIA	18	8	ALEMANIA	14	
GUATEMALA	14	9	ITALIA	13	
BRASIL	9	10	BÉLGICA	12	

La tabla 2 muestra los principales flujos netos de agua virtual en distintas zonas. Podemos ver que EEUU es principalmente exportador y el mayor de todos; y que por el contrario, Sri Lanka es el mayor importador. En nuestro caso, España ocupa el séptimo lugar en el ranking de importadores.

El volumen de agua virtual asociado al comercio de cultivos entre (1995-1999) fue de 695 Gm³ anuales de media. Esta cantidad representa el 13% de la cantidad de agua utilizada por cultivos (tanto verde como azul) que asciende a 5400 Gm³ al año. Este dato se diferencia con las estimaciones de Naredo (2006) en tres órdenes de magnitud, ya que 1Gm³ = 10⁶ km³.

¹⁶ El prefijo G hace referencia al giga de una medida. En este caso, Gm³ se refiere a gigametros cúbicos, lo que equivale a 10¹⁵ metros cúbicos de agua.

Gráfico 1: Aportación por productos al balance de AV 1995-1999.
Fuente: Basado en datos de Hoekstra y Hung, 2005.



En cuanto al intercambio de agua virtual en función de los productos, es el trigo el responsable de los mayores flujos de agua virtual en el comercio mundial, cuya intervención ronda el 30% durante todo el periodo, como puede verse en el gráfico 1, seguido de la soja y el arroz. Estos tres cultivos están muy por encima del resto.

3 EL PAPEL DE LAS INSTITUCIONES Y LOS VALORES

Según la definición de Vatn (2005), el mercado, como conjunto de normas que regulan la compra y venta de bienes es una institución. Por otro lado, Aguilera (1996) es tajante cuando afirma que “La Economía es una actividad institucionalizada”. Sin desviarnos de nuestro objetivo de estudiar los flujos de agua asociados al comercio, pero dado que el comercio es también una institución influida por ciertos valores, parece oportuno hacer una breve reflexión sobre el papel que las instituciones juegan en la distribución de los recursos y cómo la diferencia de valores puede originar un conflicto.

3.1 DEFINIENDO INSTITUCIONES Y AGENTES

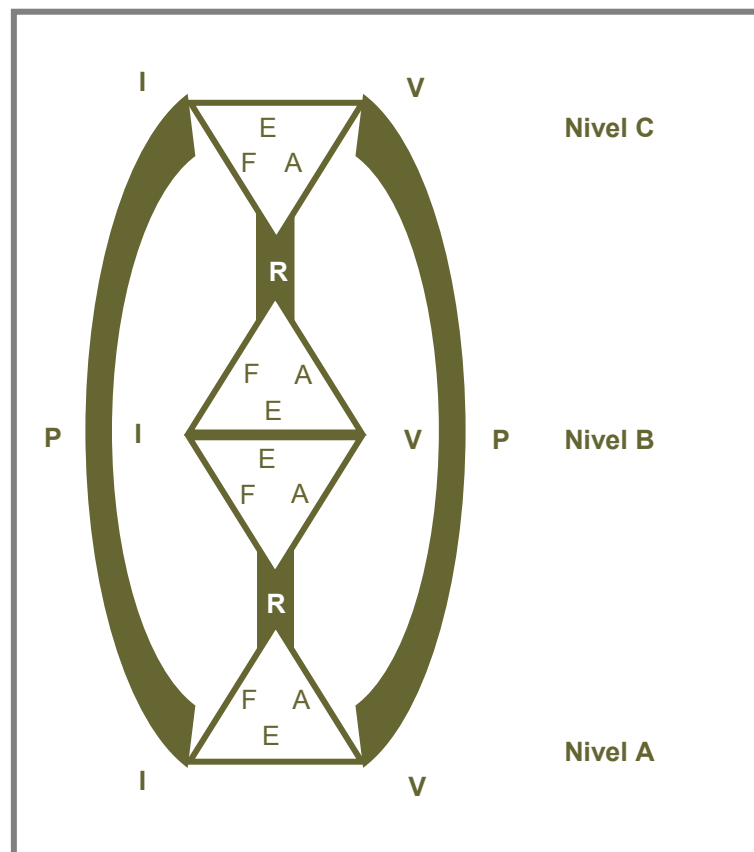
Actualmente coexisten diferentes definiciones de “institución” en el mundo académico y dentro de un amplio rango de disciplinas. En este trabajo utilizaremos la definición de Vatn (2005) donde se definen las instituciones como “las convenciones, normas y reglas formalmente sancionadas de una sociedad”. Esta definición no incluye a las organizaciones, a las que catalogaremos como agentes. Según Vatn, las instituciones tienen la función general de proveer las expectativas, la estabilidad y el significado esenciales para la coordinación humana. En la tabla 3 se muestran las diferentes representaciones concretas de las instituciones recogidas por este autor.

Tabla 3: Representaciones de las instituciones según A. Vatn, 2005.

	ESTRUCTURAL	FUNCIONAL
CONVENCIONES	Categorías de objetos o situaciones	Coordinación de comportamiento
NORMAS	Prescripciones de comportamiento	Creación de valores comunes / negociación de conflictos.
REGLAS FORMALES	Estructural legales, controles formales o penas	Regulación de conflictos

De esta forma, las instituciones coordinan el comportamiento social, crean y sostienen valores e intervienen en la regulación de conflictos. Las instituciones no están aisladas del medio que les rodea; todo lo contrario, están influidas por valores sociales y por otras instituciones y a su vez las instituciones influyen en los valores. Nos referimos a la interacción institucional, o *interplay*, como la relación entre diferentes tipos de instituciones a diferentes escalas y/o entre distintos sectores (Young, 1999). Por valor entendemos el alcance de la significación de un concepto.

Figura 5: Relación entre instituciones, valores y recursos entre diferentes escalas.
Fuente: Santos et al. (2007)



La figura 5 nos muestra un esquema de la relación que existe entre los valores, las instituciones y los recursos naturales en un entorno de gobernanza multinivel. Para cada una, se identifica la relación entre instituciones (I), valores (V) y los recursos naturales, en este caso el agua (R), y cómo estos se relacionan entre sí mediante el Ajuste o *Fit* (F), la

adecuación (A) y la inmersión en los valores (E). La interacción entre diferentes instituciones a diferentes escalas se representa por (P) y es una pieza clave en la gestión y el acceso a los recursos.

La “inmersión” en los valores representa la interacción entre valores e instituciones; el “ajuste” se refiere a la capacidad de las instituciones para adaptarse a las características físicas y sociales del recurso y la “adecuación”, a la manera en que se valoran los recursos.

❖ **La inmersión de las instituciones en los valores**

Podemos decir, entonces, que los valores juegan un papel primordial en los conflictos de gestión de los recursos naturales. Por ejemplo, los valores asignados al mercado por la economía neo-liberal alientan la atracción de capital económico por encima de la conservación del capital natural y promueven el control de los activos financieros por parte de las compañías transnacionales, organizaciones internacionales y los principales estados capitalistas dando lugar a problemas de polarización (Naredo 2006), o (in) justicia ambiental (Martínez-Alier, 2001). Foster nos ofrece una visión de cómo los valores del mercado neoliberal dominan incluso sobre los acuerdos internacionales en materia ambiental (Foster, 2002). Y Söderbaum (1999) sostiene la importancia del análisis comparativo de los en la definición de instituciones.

Tabla 4: Las instituciones y los valores en los que se sumergen.
Fuente: Santos et al. (2007)

INSTITUCIONES	PERSPECTIVA NEO-LIBERAL	PERSPECTIVA ECO-CENTRICA
SOSTENIBILIDAD	Sostenibilidad débil	Sostenibilidad fuerte
DEMOCRACIA	Democracia liberal	Democracia ecológica
JUSTICIA	Leyes regulatorias	Justicia distributiva
ECONOMIA	Visión Neoclásica-Ambiental	Visión Ecológica
EFICIENCIA	Eficiencia económica	Eficiencia multidimensional
DEMATERIALIZACIÓN	Dematerialización débil	Dematerialización fuerte
GESTIÓN AGUA	Gestión Oferta	Gestión Demanda
DESARROLLO RURAL	Aproximación sectorial	Aproximación territorial

En la tabla 4 se examina la importancia del valor. Las diferentes perspectivas llevan asociados diferentes valores, de forma que el concepto final de la institución puede cambiar dependiendo de la perspectiva desde la que nos acerquemos. Se ha escogido la comparación entre una perspectiva que tiende a ser neoliberal y otra que tiende a ser ecocéntrica por el interés de este trabajo.

Desde una perspectiva neoliberal, la sostenibilidad es entendida como una sostenibilidad “débil”, ya que considera que los problemas ambientales pueden ser solucionados por el avance tecnológico y por lo tanto el capital natural es sustituible por el capital elaborado por los humanos. Cuando se toma esta perspectiva de la sostenibilidad, creamos nuestras propias normas, convenciones y reglas que se manifestarán en la forma de gestionar estos recursos por parte de los agentes. Desde la perspectiva ecocéntrica, se entiende como sostenibilidad fuerte, suponiendo que el capital fabricado por los humanos no puede sustituir al capital natural.

Esta perspectiva, nos acerca a la idea de democracia ecológica, que hace referencia a la racionalidad comunicativa que permite a los individuos alterar sus preferencias basándose en intereses generales en lugar de intereses particulares. De esta forma, surge la idea de participación pública al incluir en las decisiones a todos aquellos afectados potenciales por una decisión. Así, la idea de justicia se entiende como una equidad distributiva que debe evitar las asimetrías que comentaba Naredo (2006). Esta justicia, nos llevaría a buscar la eficiencia no sólo económica sino multidimensional, teniendo en cuenta los flujos de materiales comentados anteriormente y entendiendo la desmaterialización como fuerte desde una visión más ecológica que ambiental de la Economía.

Por último, dos instituciones muy importantes en este trabajo son la gestión del agua y el desarrollo rural. Las normas y convenciones dadas por estas instituciones dependen de la perspectiva (o paradigma) desde el que nos acercamos a ellas. Nuestra perspectiva ecocéntrica nos llevará a gestionar la demanda de agua en lugar de la oferta y a entender el desarrollo rural relacionado a las posibilidades territoriales y no al crecimiento sectorial generalmente agrícola típico de la eficiencia crematística.

❖ ***Adecuación entre valores y recursos***

La gestión de un recurso viene definida por el valor que se le da al mismo. De esta forma, si asignamos al agua el valor de bien público, éste será gestionado de una manera, mientras que si le asignamos el valor de bien privado, *input* económico, activo ecosocial

(Aguilera, 1995) o elemento ritual el sistema de gestión cambiará. Como en el caso de las instituciones, que se le asigne un valor al agua no quiere decir que no pueda asignársele otro, siendo ésta la base de muchos conflictos e incluso podríamos decir que de la Economía como medio para gestionar recursos escasos en función de la diferencia entre las preferencias de distintos agentes, las cuales se basan en dichos valores.

Los valores que se le asignan a un recurso, influyen en el valor que se le asigna a las instituciones relacionadas con él y viceversa, y cómo estas instituciones se relacionan entre sí, de lo cual hablaremos más adelante.

❖ ***El Ajuste***

El proyecto *Institutional Dimensions of Global Environmental Change* –IDGEC– (Young, 1999) ha identificado los problemas de ajuste como uno de los tres grupos de factores que impiden un buen funcionamiento de las instituciones que gobiernan las relaciones entre los humanos y el medio. El ajuste de las instituciones a las características de los recursos no es fácil pero es importante en términos de efectividad de la misma. Una de las dimensiones más importantes del ajuste es la espacial, es decir, la concordancia entre el área que cubre la institución y el área geográfica del recurso natural. Moss (2007) concluye que la efectividad de una institución, especialmente en el caso de las instituciones formales, disminuye cuando sus características no encajan con las características del sistema biofísico al que afecta.

Young (1999) asegura que deben crearse instituciones de forma que se maximice la compatibilidad entre los atributos institucionales y las propiedades bio-geofísicas. En este sentido, y para el caso de la gestión del agua, se ha institucionalizado desde la Unión Europea el concepto físico de cuenca hidrológica. Sin embargo, el mismo Moss (2007) considera que el ajuste espacial perfecto no existe y que debe considerarse la unidad territorial de la cuenca hidrográfica en un contexto amplio en el que se solapan los espacios físicos, económicos, políticos y sociales

❖ ***Interplay***

La anterior afirmación de Moss nos lleva al problema de la interacción o *interplay*. Como hemos comentado, las instituciones se relacionan entre sí. Una institución puede interaccionar con otra a diferentes niveles o en el mismo nivel con instituciones que dirijan

otras facetas de la vida. Diferentes instituciones pueden regirse mediante diferentes valores, haciendo que la relación entre ellas sea conflictiva. Por ejemplo, en la escala regional, la institución gestión de la cuenca hidrográfica afecta a la institución gestión de la agricultura. Imaginemos que la primera sigue una perspectiva de valores ecocéntricos mientras que la segunda, neoliberales. En este caso habrá un conflicto entre ambas ya que la primera estará encaminada a una gestión que tenga en cuenta la protección de los sistemas hídricos mientras que la segunda perseguirá el crecimiento de la producción agrícola a toda costa. Centrémonos ahora en dos instituciones a diferentes escalas relativas al mismo sector. La Política Agrícola Común (PAC) de la UE, por ejemplo, ha de influir claramente, por un lado, en la planificación de regadíos en España lo que se llama una interacción *top-down*. Y, por otro lado, la institución elecciones políticas permite que los ciudadanos elijan a los representantes en una interacción *bottom-up*.

Ostrom (2000, 1999) define el término Recurso de Uso Común (CPR, en sus sigas inglesas *-Common Pool Resource-*) como un sistema de recursos naturales o hechos por el hombre con dos características principales. La primera, que sea lo suficientemente grande como para que sea dificultoso (pero no imposible) excluir a destinatarios potenciales de los beneficios de su uso. La segunda, que su explotación por parte de un agente disminuya la disponibilidad del mismo para el resto. Entre sus estudios, Ostrom cuenta con un buen número de casos relacionados con la gestión del agua como CPR desde una perspectiva de cooperación para buscar soluciones *bottom-up* más que desde una perspectiva de imposición de valores *top-down*.

3.2 LOS VALORES Y LA GESTIÓN DEL AGUA: LA NUEVA CULTURA DEL AGUA

Ya hemos comentado las diferencias entre la gestión de la oferta y la gestión de la demanda de agua. Mientras que la primera, pretende incrementar la cantidad de recursos existentes, es decir, la oferta de recursos, mediante la construcción de embalses y otros grandes proyectos de ingeniería; la segunda actúa planteando medidas de control y reducción de la demanda de agua. Centrándose en cómo las instituciones pueden afectar la gestión del agua Aguilera (2001) hace un breve repaso por el proceso de cambio que sufre la gestión del agua desde unos valores propios de la Vieja Cultura del Agua hacia unos valores de la Nueva Cultura del Agua, que resumimos en la siguiente tabla:

Tabla 5: Transición de la Vieja a la Nueva Cultura del Agua.
Fuente: Aguilera (2001)

Vieja Cultura del Agua	Nueva Cultura del Agua	
Fase Expansionista	Fase de Transición	Fase Madura
Más embalses y trasvases	Gestión de la demanda	Gestión integrada de cuencas
Laminación de avenidas Garantizar suministro	Avenidas controladas Suministro garantizado	No hay gestión del agua sin gestión del territorio
Prioridades agua: riego (80-90%), abastecimiento urbano (10%)	Las prioridades son cuestionadas. La Economía cambia	¿Qué usos son compatibles con las cuencas?
Escasa atención a los problemas ambientales	Aumenta percepción social hacia problemas ambientales	Destacado papel de los valores ambientales
El agua es una necesidad básica	El agua es un factor de producción y activo social	El agua es un activo ecosocial
Escaso conflicto social y escasa participación y debate público	Aumentan los conflictos sociales y aumentan la participación y el debate público	Importantes conflictos sociales y papel clave de la participación y el debate público
Escasa preocupación por la eficiencia técnica en el uso y distribución del agua. No hay incentivos	Aumenta la preocupación por la eficiencia técnica en el uso y distribución del agua. Discusión sobre incentivos. Se aplican en algunos casos.	Conservación, ahorro y usos ambientales son fundamentales. Generalización de incentivos y campañas
Ausencia de estadísticas de usos y consumos	Se insiste en la necesidad de trabajos fiables pero sigue sin haber estadísticas ni series	Se supone que debería haber estadísticas y series fiables

De esta forma, y aunque hablaremos más sobre este tema en el próximo capítulo, podemos adelantar que nos encontramos en una situación de transición entre la vieja y la nueva cultura del agua.

3.2.1 ESCASEZ DE AGUA

Un interesante debate se centra en los problemas de escasez de agua. Nos preguntamos en este momento si cuando se habla de escasez de agua, la situación real es que el recurso es verdaderamente escaso o está mal gestionado (Aracil, 1996). Para responder a esta pregunta es necesario diferenciar entre escasez física de agua (también entendida como escasez objetiva), definida como aquella situación en la que “la precipitación excede en media anual a la evapotranspiración potencial” (Naredo, 1997, 16), y escasez social, definida por Aguilera (1994, 123) como aquella situación originada por “un comportamiento despilfarrador o poco eficiente desde un punto de vista social, económico o técnico” y no por una situación de escasez objetiva y falta de lluvias.

Las soluciones a los desequilibrios entre la disponibilidad del recurso y los requerimientos del mismo, derivan de los valores asignados al agua, así como del concepto de escasez con el que nos enfrentamos. Si creemos que estamos ante una escasez física, y por lo tanto, hay un déficit del recurso con relación a los requerimientos, se propondrán medidas –principalmente construcción de obras públicas- encaminadas a incrementar el recurso para satisfacer dichos requerimientos. Estas medidas se encuadran dentro de la Política de Oferta asociada a la Vieja Cultura del Agua.

Por otro lado, si entendemos que estamos ante una situación de escasez social, la solución pasará por plantear medidas encaminadas hacia una mejor gestión del recurso, conocida como Política de Demanda¹⁷, y más propia de la Nueva Cultura del Agua.

¹⁷ Entendemos que, con rigor económico, no es adecuado hablar de “demanda” de agua pues éste es un término que, desde el punto de vista económico, responde a un precio; precio, que el agua como recurso no tiene. En cualquier caso, como la literatura habitual habla de demanda de agua y de Política de Demanda, nosotros utilizaremos este término para seguir esta literatura ya difundida. Volveremos sobre esto más adelante.

III CASO DE ESTUDIO

“Andalucía es un territorio periférico del Sur de Europa que viene especializándose de manera creciente en la producción agraria, con un sector primario que, frente al localizado en el Norte, centrado en cultivos industriales, carne y leche, se dedica cada vez más a la “fabricación” de productos hortofrutícolas, hoy ya más de la mitad del valor monetario de la producción final agraria andaluza. Un modelo hiperintensivo en el uso de energía y recursos naturales, capital y trabajo, que aprovecha la flexibilidad y la capacidad de adaptación de la explotación familiar y la disponibilidad de mano de obra inmigrante, y que supone la disposición de los recursos utilizados por el sistema productivo local al servicio de quienes gobiernan, desde lo global, la cadena de valor agroalimentaria”.

Delgado M. y Aragón, M.A, (2006, 2)

1 ANDALUCÍA: MEDIO FÍSICO Y RECURSOS NATURALES

Andalucía se sitúa en el extremo sur occidental de Europa y cuenta con una extensión de 87.268 Km², representando así el 17% de la superficie española. Desde su creación geológica es el punto de encuentro entre dos importantes mares, el Mediterráneo y el océano Atlántico, y ha sido a lo largo de su historia un camino obligado entre los continentes de África y Europa. Este hecho explica, por un lado, su riqueza y biodiversidad natural, y por otro, su historia social y económica, ya que diversos pueblos han dejado su impronta sobre el territorio, las actividades económicas y culturales.

1.1 SUELO

El suelo es un recurso complejo y dinámico donde se combinan elementos vivos e inertes. La naturaleza de un suelo está condicionada por multitud de factores que van desde el sustrato geológico o la pendiente, hasta el clima y la comunidad biótica que soporta. Su desarrollo, profundidad, textura y contenido en materia orgánica son parámetros que, entre otros, van a determinar, de forma conjunta, la capacidad general de uso de los suelos.

El suelo andaluz se ha distribuido en cinco clases de capacidad de uso del suelo, representadas en la figura 6, considerando un conjunto de variables que determinan su potencial de uso agrícola, ganadero, forestal y natural:

Tierras con excelente capacidad de uso: son las de más alta calidad agrológica del sistema, con muy pocas limitaciones que restrinjan su uso y sin problemas de manejabilidad y muy buena fertilidad natural.

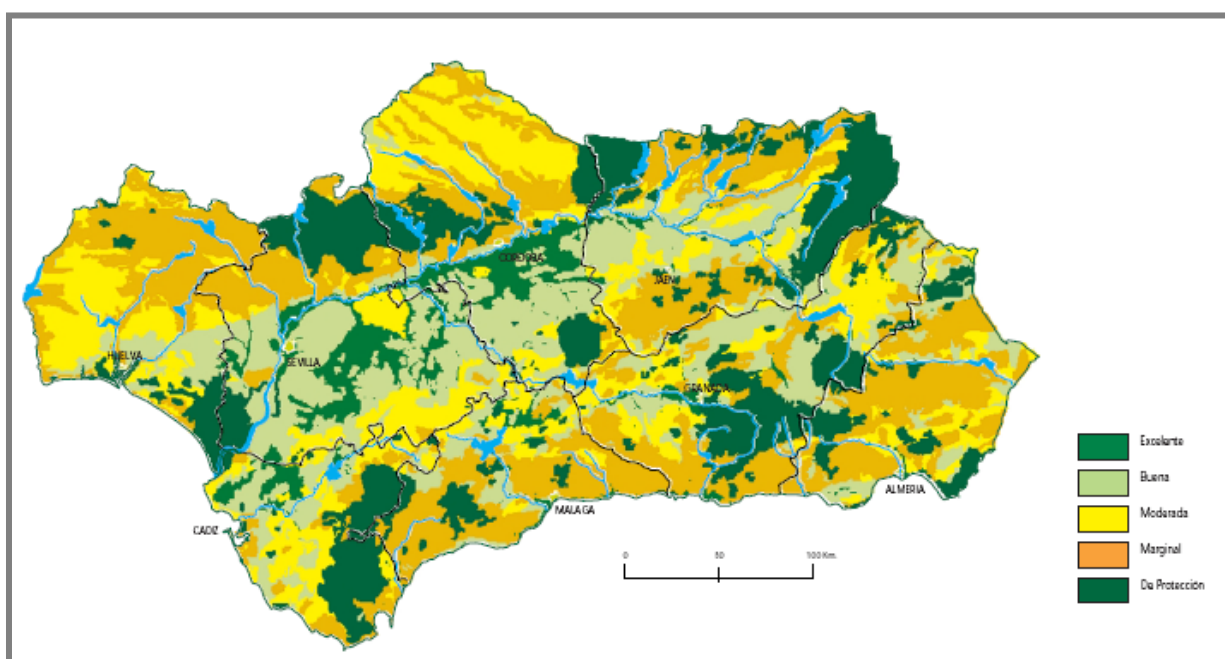
Tierras con buena capacidad de uso: son aquellas que poseen algunas limitaciones que reducen el conjunto de cultivos posibles así como su capacidad productiva forestal. Requieren prácticas moderadas de conservación para prevenir su deterioro.

Tierras con moderada capacidad de uso: presentan limitaciones importantes en el conjunto de posibles cultivos y de la capacidad productiva para usos agrícolas y forestales. Las técnicas de manejo son más difíciles de aplicar, teniendo costos más elevados.

Tierras marginales o improductivas: no reúnen las condiciones necesarias para cultivos agrícolas, siendo recomendable su uso para pastos, otras actividades ganaderas o para regeneración como única forma de mantener y recuperar la capacidad productiva del recurso natural y de apoyo al régimen hidrológico de la cuenca.

Tierras de protección: son las que soportan ecosistemas naturales de evidente interés ecológico, por lo que merecen protección especial, no siendo recomendable el cambio de uso.

Figura 6: Capacidad de uso general del suelo.
Fuente: PAMA (1997-2002)



Según el Plan Andaluz de Medio Ambiente –PAMA– (2004-2010), el suelo agrícola ocupa el 43,1% del suelo andaluz, mientras que los usos forestal-ganadero y urbano suponen el 45,9% y el 1,8% respectivamente. El principal desequilibrio presente en la región es la dedicación de suelos a usos para los que éstos no son aptos, llevando a un mayor aporte de sustancias químicas en la búsqueda de mejores rendimientos, lo que favorece la contaminación edáfica y de los recursos hídricos. Uno de los grandes problemas

medioambientales de Andalucía es el proceso de degradación¹⁸ del suelo debido a la aceleración de los procesos erosivos por la intervención del hombre con técnicas de manejo y niveles de explotación que no se corresponden con la propia capacidad de asimilación del suelo.

El principal rival de la agricultura por el uso del suelo es el desmesuradamente creciente sector de la construcción. Según el PAMA (2004-2010), en el año 1999, un 7% de los suelos andaluces declarados como excelentes para agricultura estaban ya urbanizados, alcanzando el pico la provincia de Málaga con un 31% de sus suelos con una categoría de excelente que han sido sellados.

1.2 CLIMATOLOGÍA

El clima en Andalucía se caracteriza por la presencia de fuertes contrastes derivados de su variabilidad geográfica. Sin embargo, tiene principalmente un carácter mediterráneo, que se define tanto por su carácter cálido (16,8°C de media anual) como por la escasez relativa y estacional de precipitaciones (605 mm de media anual).

La tabla 5 resume las diferentes características de los principales tipos de subclimas recogidos en Andalucía. Esta variabilidad climática da lugar a la creación de enclaves únicos que permiten la coexistencia de especies mediterráneas, alpinas y tropicales en la región.

¹⁸ Puede entenderse por degradación de un suelo, cualquier proceso evolutivo que suponga pérdida alguna de su potencial productivo y/o biológico.

Tabla 5: Características climáticas de Andalucía por zonas
Fuente: PAMA (2004-2010)

ÁREAS GEOGRÁFICAS	Litoral Atlántico	Depresión del Guadalquivir	Sierra Morena	Litoral mediterráneo (Gibraltar)	Litoral mediterráneo sureste	Surco Intrabético	Sierras Béticas
Tipo de clima	M. oceánico	M. Continental	Mediterráneo Semiárido	Mediterráneo Subtropical	Mediterráneo Subdesértico	Continental Mediterráneo	Mediterráneo de Montaña
Temperatura media anual (°C)	17-19	17-18	16-17	17-18	17-21	13-15	12-15
Prec. media anual (mm)	500-700	500-700	600-800	400-900	<300	300-600	400-1000
Nº días de lluvia anual	75-85	75-100	75-100	50-75	<50	60-80	60-100
Nº meses del período seco	4-5	4-5	3-4	4-5	6-8	4-5	3-4

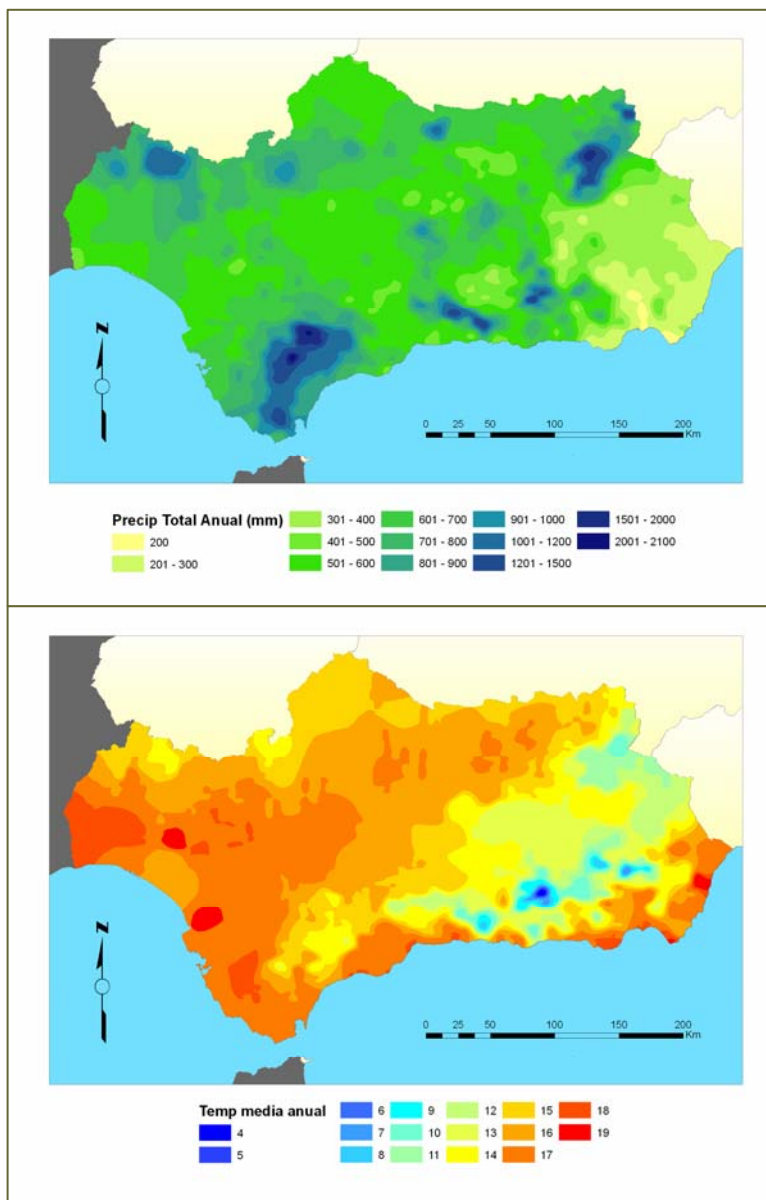
La figura 7 muestra la distribución de precipitación total anual y la de temperatura media anual en Andalucía.

Como podemos ver, la precipitación se sitúa entre los 200 mm anuales de la costa almeriense, la tasa de precipitación más baja, no sólo de Andalucía, sino también de la Península, y los 2100 mm, de la Sierra de Grazalema (Cádiz), donde se alcanza una de las mayores tasas de precipitación anual de la Península.

En cuanto a la temperatura, las medias oscilan entre los 4°C de Sierra Nevada (Granada) y los 19°C alcanzados en lugares de la provincia de Sevilla y de la costa de Almería. Por otro lado, por lo que respecta a la aridez y a la insolación, la costa atlántica andaluza registra las mayores tasas de insolación y en la provincia de Almería se registran las mayores tasas de aridez de la península.

Otra incidencia del régimen hídrico mediterráneo sobre la región es el papel determinante en los procesos erosivos del suelo, ya que el régimen de lluvia interviene en la degradación y erosión del suelo de dos formas distintas: en primer lugar, la escasez de precipitaciones evita que se forme una vegetación compacta dejando al descubierto la capa superior del suelo, que adquiere una mayor susceptibilidad a la erosión; asimismo, la torrencialidad de la lluvia hace que en este tipo de suelos desprovistos de cobertura vegetal haya una mayor incidencia de la erosión hídrica. Sin embargo, el clima andaluz tiene dos particularidades muy beneficiosas para la agricultura que influyen favorablemente en el

Figura 7: Precipitación total anual y temperatura media anual.
Basado en datos de CMA



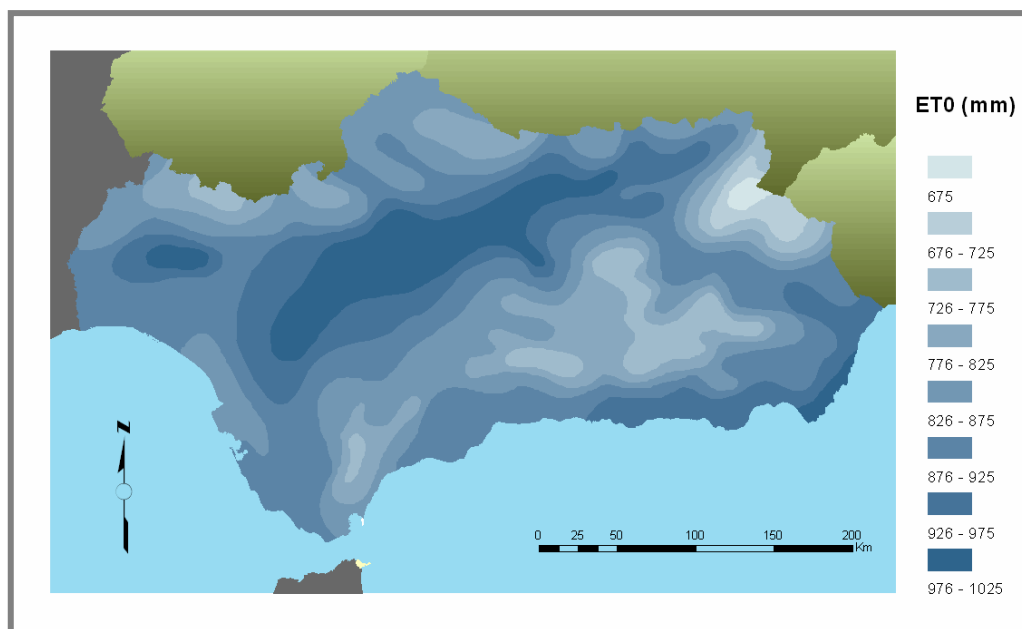
desarrollo de los cultivos: la escasez del riesgo de heladas y los niveles de insolación, que alcanzan sus mayores cotas en el litoral mediterráneo del Este en las llamadas Costa del Sol (en la provincia de Málaga), Costa Tropical (en la provincia de Granada) y Costa de Almería.

1.3 RECURSOS HÍDRICOS

Los recursos hídricos en Andalucía están afectados por un compleja red de factores que van desde el clima hasta la orografía o la vegetación. Además, como ya hemos comentado, la disponibilidad del agua varía territorial y temporalmente dándose en Andalucía largos periodos de sequía, que contrastan con lluvias torrenciales de gran efecto erosivo. Por último, la coincidencia de periodos secos con meses de altas temperaturas hace que se produzcan fuertes incrementos de la evapotranspiración (ET_0).

La figura 8 muestra la distribución de los valores de ET_0 y, como podemos ver, oscilan entre los 675 mm de la Sierra de Cazorla (Jaén) y los 1.025 mm alcanzados en la costa de Almería y la cuenca del Guadalquivir. Llama la atención que los lugares con una mayor ET_0 coinciden casi en su totalidad con los lugares donde se recoge una menor precipitación, como podemos apreciar comparando ambas figuras.

**Figura 8: Evapotranspiración potencial anual media
Basado en datos de la CMA**



1.3.1 LA SITUACIÓN HÍDRICA ACTUAL

La región sufre con frecuencia y de manera periódica aunque no previsible, situaciones de sequía climatológica. Por otro lado, la comparación entre recursos hídricos y usos del agua determina la existencia de un balance hídrico global deficitario en Andalucía, que se agrava en años secos, diciendo entonces que la región sufre “escasez” de agua. Esta situación general se basa en la existencia de fuertes diferencias zonales en la región, en lo que se refiere a la disponibilidad del recurso, que se hacen más acusadas provocando fuertes déficit en el extremo sur oriental, en la zona occidental de Sierra Morena y en la margen izquierda y marismas del Guadalquivir.

Según lo que comentábamos en el capítulo anterior sobre el significado de la escasez, parece que, actualmente, la escasez física de la región se ve acentuada por una escasez social y por unos requerimientos del recurso para distintos usos cada vez más exigentes.

Andalucía, tradicionalmente, al igual que el resto de España, se ha caracterizado por realizar una dura Política de Oferta, sin más planteamientos sobre el destino y el uso de los recursos. No obstante, esa política, ante una demanda siempre creciente e insatisfecha, no ha podido resolver los problemas de escasez social de la región. Parece que la administración andaluza, ha iniciado la senda de una nueva cultura del agua basada en la gestión de la demanda y en el ahorro del recurso. Más adelante volveremos sobre estos aspectos y profundizaremos en la gestión del agua en Andalucía.

❖ ***Volumen de recursos***

La principal característica de la red de drenaje en Andalucía es la existencia de un gran río, el Guadalquivir, que se encuentra dentro de la comunidad en un 90 % y cuya cuenca abarca el 60 % del territorio.

De los 54.000 hm³ anuales de precipitación que recoge la región por año, un 75% se evapora mientras que los 13.000 hm³ restantes se convierten en escorrentía. De ellos, unos 502 hm³ forman parte del flujo de base de los ríos y el resto pasa a rellenar acuíferos, embalses, lagos y humedales. La capacidad de embalse de Andalucía es de unos 10.000 hm³, de los que 7.000 se encuadran en la cuenca del Guadalquivir. De esta manera, unos 400 Hm³ retornan al mar por la desembocadura de los ríos.

La Consejería de Medio Ambiente -CMA- de la Junta de Andalucía ha estimado que los recursos naturales anuales disponibles ascienden a 4.527 Hm³ (alrededor del 36% de los recursos naturales netos), de los que en torno al 25% proviene de recursos subterráneos y el resto, de recursos superficiales. Si a ellos les sumamos los 2,9 Hm³ desalados y los 36,5 Hm³ reutilizados hacen un total de 4566,5 hm³.

Los recursos subterráneos son muy importantes en Andalucía, no sólo por el volumen total que regulan, sino porque se ubican en zonas de baja escorrentía y en donde la regulación artificial de caudales superficiales presenta mayor dificultad, con lo que puede decirse que la regulación artificial y la natural se compensan espacialmente en Andalucía. En total, los sistemas acuíferos abarcan el 20% de la superficie regional y se explotan por encima de los 1.200 Hm³, aunque la CMA afirma que dicha cifra está evolucionando a la baja, como consecuencia de la sobreexplotación que padecen algunos acuíferos concretos.

❖ ***El consumo de agua en Andalucía***

La CMA¹⁹ sitúa la demanda²⁰ bruta de agua (sin tener en cuenta la reutilización) en torno a los 5.220 Hm³/año. Como observamos, la demanda bruta supera los recursos disponibles, de los que hemos hablado en el punto anterior y que se situaban en torno a los 4.566,5 Hm³/año.

Sin embargo, el consumo de agua anual suele igualar a los recursos disponibles, de los cuales el 78% corresponden al consumo agrario, el 15% al doméstico, el 3% al industrial y el resto a otros consumos (recreativo, medio-ambiental, etc.) En términos absolutos, es importante destacar que Andalucía, con el 24,5% de su superficie cultivada dedicada al regadío, es la región española que mayor cantidad de agua consume para uso agrícola

¹⁹ Nos ha confundido que las cifras ofrecidas por diferentes documentos -PAMA (1997-2002), PAMA (2004-2010), Atlas Hidrogeológico de Andalucía y la Consejería de Medio Ambiente- difieran tanto en lo que se refiere a volumen de recursos como a la demanda del mismo. Obviamente estas diferencias responden a los diferentes métodos de estimación. A esto nos referíamos en el capítulo 2 al hablar de la relatividad de la verdad científica. Nosotros hemos optado por los datos proporcionados por el servicio de información de la página Web de la Consejería.

²⁰ Actualmente hay un amplio debate terminológico en torno a los términos “demanda”, “consumo” y “uso” de agua que, habitualmente en términos coloquiales, se utilizan indistintamente cuando, con rigor, significan cosas distintas. No es éste el momento de profundizar en este debate, únicamente apuntar que por “demanda” entendemos los requerimientos hídricos de cada uno de los sectores; por consumo, aquella parte del agua requerida que desaparece tras su uso; y por uso, el destino que se le da una cantidad determinada de agua. El uso, por su parte, puede ser un uso consuntivo, cuando tras el uso el agua no puede volver a utilizarse para el mismo uso; y uso no consuntivo, cuando la cantidad de agua permanece tras el uso, aunque cambie su calidad, pudiéndose utilizar para usos posteriores.

duplicando el volumen de Aragón y Castilla- León que ocupan los puestos siguientes (PAMA, 2004-2010).

2 POLÍTICAS DE GESTIÓN DE AGUA EN ANDALUCÍA

Al ser el agua un recurso diferente, todo lo relacionado con ella se transforma en algo diferente. También la gestión del agua es diferente de la gestión de cualquier otro recurso natural, no en vano se han creado directivas europeas de carácter horizontal que pretenden abarcar globalmente todos los aspectos relacionados con la gestión del agua. A nivel local, el agua da la vida alimentando el metabolismo celular y económico. Es duro por lo tanto criticar la llamada “gestión de la oferta” sabiendo que ha sido el motor campote la vida rural andaluza y que aún hoy es la que ha permitido a muchas familias del ámbito rural encontrar un medio de vida.

Sin embargo, aunque pudiera ser que en el pasado esta forma de gestión se hubiera percibido como razonable, sus consecuencias nos han llevado a pensar que en la actualidad ha dejado de serlo –ni la situación, ni los condicionantes, ni las necesidades son las mismos- y se presenta como algo insostenible. No sólo porque el volumen de agua que mueve es demasiado grande comparado con el volumen de recursos disponibles sino también porque asienta y perpetúa un conjunto de valores que entran en conflicto directo con la, a ojos de Naredo, (2006) “pretendida”, imagen verde que proviene de escalas políticas superiores.

2.1 EVOLUCIÓN DE LA GESTIÓN DEL AGUA

Como hemos comentado anteriormente, existen dos formas de gestionar el agua: la Política de Oferta y la Política de Demanda. La política hidráulica española de los años cuarenta respondía a la necesidad de resolver los graves problemas de alimentación que sufría parte de la población, derivados de la Guerra Civil, así como las limitaciones económicas y comerciales impuestas por la autarquía de la época. Así, se fomentó una agricultura de regadío, basada en el impulso de grandes obras hidráulicas y en la transformación de secanos en regadíos, hasta un punto tal que llegó a olvidarse el auténtico sentido de la política hidráulica: la gestión del agua. De todo esto hace ya más de cincuenta

años y, sin embargo, aún arrastramos los lastres de aquellos tiempos aunque, tímidamente, empiezan a darse importantes cambios.

En el último siglo, Andalucía, como el resto de España, ha experimentado un aumento de su población, así como un cambio en su modo de vida y en los medios de producción. El modelo de producción actual andaluz se caracteriza por una estructura productiva intensiva en agua (Velázquez, 2006) y exportadora neta del recurso (Dietzenbacher, Velázquez, 2007), pudiéndose pues afirmar que la consecución de una determinada renta que nos aporte el nivel de vida deseado se realiza a costa de un elevado consumo de agua, modificándose artificialmente el ciclo natural del recurso. Las actividades económicas suponen el 85% del consumo de agua, destacando el consumo del regadío con casi un 80% del consumo total. (PAMA, 2004-2010).

2.1.1 LA GESTIÓN EUROPEA

La Directiva Marco del Agua –DMA- (Directiva 2000/60/CE) refuerza la idea de que la escasez del agua es una debilidad y, por tanto, hay que intentar paliar los problemas hídricos de dos formas: por un lado, no entendiéndolos como falta de oferta natural del recurso, sino como una demanda excesiva, producida por hábitos productivos y de vida que no tienen en cuenta las características hidrológicas del medio en que se vive; y por el otro, y en función de lo anterior, desarrollando nuevos modelos de desarrollo económico del medio rural, que es el que más consume. Las principales líneas de actuación de la Directiva Marco se resumen en: a) recuperación y protección del estado ecológico de ríos, lagunas y humedales, b) implantar como unidad de gestión la cuenca hidrográfica, c) creación de una normativa única en cuestiones de calidad y vertidos y d) una política tarifaria basada en la recuperación íntegra de los costes.

No obstante, el espíritu de la DMA está basado en los problemas de calidad de los países del norte de Europa, con un mayor peso en la toma de decisiones en la Comisión. Esto es lo que hace que algunos puntos de la Directiva no concuerden con la realidad del sur europeo. Por ejemplo, y para el caso de la provincia andaluza de Almería, el pago de un precio justo por el agua no tendría mucho sentido, ya que no hay recursos suficientes por los que pagar y los costes de oportunidad del recurso podrían llegar a alcanzar cifras de muy difícil acceso para los agricultores.

Concluimos diciendo que, aunque la política hídrica europea parece seguir una tendencia al cambio que reconocemos como positiva, el hecho de que se proponga una

serie de medidas de carácter obligatorio no concuerda con la realidad institucional y de diferenciación de valores propios del recurso agua. Es absolutamente necesaria una política hídrica asociada al territorio que, aunque en la Directiva parece vislumbrarse, a la hora de la aplicación real de la misma, parece difícil de lograr.

2.1.2 LA GESTIÓN NACIONAL Y REGIONAL

España es pionera en determinar la figura de las Cuencas Hidrográficas, creadas en 1926, como unidad de gestión hídrica. En 1985, la Ley de Aguas divide las cuencas en dos tipos: a) regionales, denominando así a las que discurren enteramente por una misma Comunidad Autónoma y b) interregionales, las que discurren por dos o más Comunidades distintas; y otorga la competencia a la administración autonómica en el caso de las primeras y a la estatal, en el caso de las segundas. En el año 2001 se aprobó el RDL 1/2001 por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas (Ley 46/1999) y en el que se establece una política tarifaria basada en la recuperación de los costes económicos, pero que no incluía otro tipo de costes. Estas figuras legales aportan un nuevo marco, pero no son, propiamente dicho, un sistema de gestión, como el Plan Hidrológico Nacional (PHN).

El levante y sur español son regiones secas con una elevada demanda de agua. Como hemos comentado, estas demandas del recurso no responden a la lógica productiva ya que los precios que se pagan por el agua no cubren realmente el costo de transformarla para su uso. Tanto es así que el exceso de demanda sumada a la carencia de la oferta de agua superficial ha provocado que en esta zona los acuíferos estén sobreexplotados.

Tradicionalmente, los PHN han previsto el trasvase Tajo-Segura para intentar paliar este problema, sin embargo, según Corominas Masip (2003), aún con el trasvase la cuenca del Guadalquivir seguirá manteniendo unos 1000 Hm³ de déficit. Sin embargo, podemos decir que el PHN no contempla medidas para la cuenca del Sur ni para resolver los conflictos de sobreexplotación en la costa del Sol; que el trasvase no resuelve los problemas de carencia de agua en la provincia de Almería; y que no se toman medidas para la cuenca del Guadalquivir, que reconoce como la de mayor déficit.

El no aprobado PHN 2003 continuaba la línea de su predecesor intentando paliar el déficit hídrico mediante las herramientas propias de la gestión tradicional de la oferta, como son los embalses, los trasvases y la explotación de los acuíferos, y ha sido motivo de gran controversia social, científica y política. La mayor de las críticas realizadas desde todos los entornos ha sido la continuidad de esta política con la anterior percepción de la gestión del

agua: la gestión de la oferta. La medida más criticada, el trasvase del Ebro a las cuencas de Cataluña y levante, fue derogada por el nuevo gobierno socialista. Sin embargo, el PHN no contenía únicamente esta medida; por el contrario, existen otras muchas actuaciones, como el trasvase Júcar-Vinalopó y el embalse de Melonares (Sevilla) que no han sido detenidas hasta el momento.

En su lugar, el programa AGUA pretender dar un enfoque más sostenible aunque propone como opción principal el uso de desaladoras. Esta opción, aunque cada vez más perfeccionada, no deja de ser otra herramienta de gestión de la oferta y se aleja de la misma manera que las medidas anteriores de lo que se ha consensuado que debe ser una Nueva Cultura del Agua. Además el uso de desalación intenta paliar la escasez de agua para fines que en muchos casos son “de lujo” mediante el uso, también intensivo, de otro recurso escaso: la energía (Meerganz y Moureau, 2007).

Por su lado, las comunidades autónomas no tienen la competencia en materia de gestión de agua salvo para las cuencas que pertenecen íntegramente a la comunidad. Este es el caso de las cuencas atlánticas y mediterráneas andaluzas para cuya gestión se ha creado la Agencia Andaluza del agua. Sin embargo, como hemos comentado, la cuenca mayoritaria es la del Guadalquivir, la que mueve una mayor cantidad de recursos en la región, y que ha tenido, tradicionalmente, la gestión compartida con otras comunidades por las que discurre el río. No obstante, en el recién aprobado Estatuto de Autonomía de Andalucía, se le ha concedido las competencias íntegras del mismo a la Comunidad Andaluza.

3 EL CULTIVO DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN ANDALUCÍA

La situación actual de la agricultura andaluza tiene una realidad fruto de la evolución histórica de los usos del suelo. Esta evolución histórica ha sido muy distinta en las diferentes regiones españolas, siguiéndose un aprovechamiento totalmente desigual que ha dado como resultado, por ejemplo, la contraposición entre las explotaciones latifundistas de Andalucía y las minifundistas del norte español. En este apartado veremos la situación actual de la agricultura andaluza, centrándonos en las frutas y hortalizas.

3.1 LA GESTIÓN DE REGADÍOS

A nivel nacional, la agricultura de regadío se ve dirigida por El Plan Nacional de Regadíos con horizonte en 2008. Sus antecedentes se remontan a finales del siglo XIX, cuando se eleva la política hidráulica a la categoría de una política central entendida como un proceso de transformación acelerado de la agricultura extensiva y tradicional a la agricultura intensiva y moderna mediante la transformación en regadío. Sirva decir que en 1902 Gasset redacta el Plan Nacional de Obras hidráulicas cuyo título hace una clara referencia a la gestión de la oferta de agua. Años más tarde se une la colonización del campo con la política de regadíos mediante la Ley de Colonización de Grandes zonas que provenía del Instituto Nacional de Colonización y en 1949 se aprueba la Ley de Grandes zonas Regables.

Durante los años 50, 60 y 70 el ritmo de creación de regadíos públicos se mantiene muy alto y comienza a descender a en los 80 y 90 por falta de presupuesto. A mediados de los años 80 las administraciones autonómicas reciben la competencia para la transformación en regadío excepto para aquéllas zonas que se declaren “de interés nacional”. Una característica de la Administración Central ha sido el apoyo administrativo a la creación de regadíos privados con agua proveniente de pozos por ser catalogados como “Regadíos de fácil transformación” (PNR 2008).

El actual PNR afirma que la planificación nacional de los regadíos es necesaria basándose en los siguientes factores. En primer lugar, para incorporar a la política de regadío los profundos cambios institucionales, sociales y económicos, que se han producido en los últimos años. En segundo lugar, para encuadrar el desarrollo de los regadíos en la PAC. Por otro lado, para tener una base sobre la que la planificación hídrica pueda apoyarse, ya que la ley prevé que el PHN debe tener en cuenta las políticas sectoriales en especial la de regadíos (nótese que no es al revés).

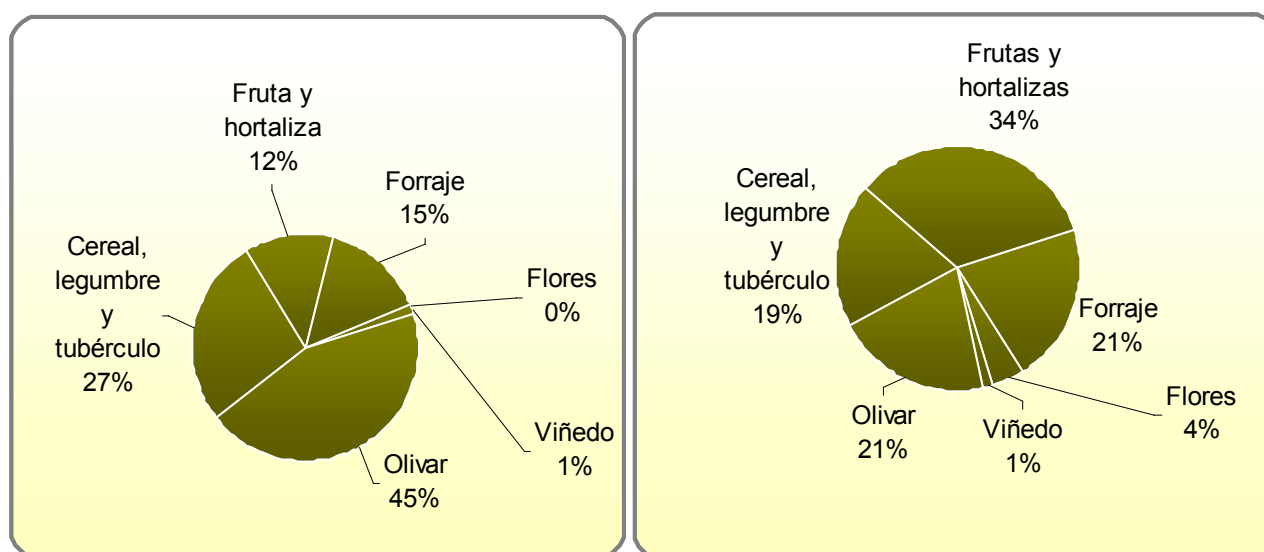
En definitiva el regadío ha sido visto tradicionalmente como clave en el proceso de maduración económica de España tanto a nivel macroeconómico por transformar la balanza comercial de deficitaria a excedentaria como a nivel local por haber sido el único modo de vida encontrado por muchos habitantes de zonas rurales. Además es la administración central la que fija los mínimos en cuanto a la planificación de regadíos y también la que dirige las directrices en la política del agua fijando a las administraciones autonómicas unas bases a las que han de supeditarse.

La Consejería de Agricultura y pesca de la Junta de Andalucía ha variado la línea estatal de apoyo a la PAC creando el Plan Andaluz de Modernización de la Agricultura cuyo objetivo es el crecimiento económico sostenido, el desarrollo y la justicia social y la protección del medio ambiente. Entre otras medidas, este plan concede subvenciones a los grupos de desarrollo rural para la realización de medidas de inventario, formación, modernización y dinamización de sus ámbitos. Y es en el marco de este plan donde se ha creado la aplicación informática utilizada en el presente estudio.

3.2 PRODUCCIONES Y SUPERFICIES AGRÍCOLAS

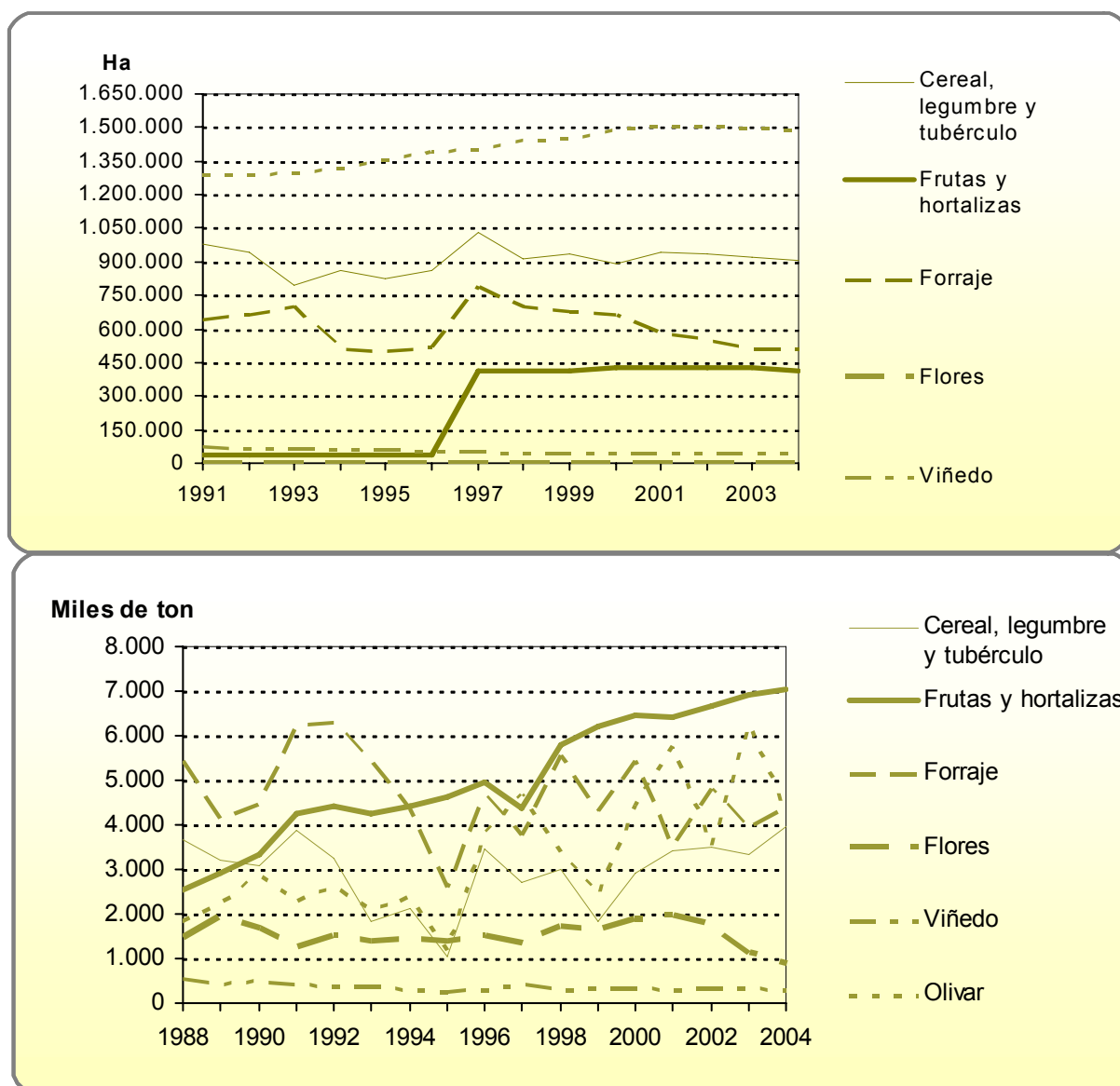
Andalucía concentra el 18,3 % de la superficie cultivable nacional (Consejería de Economía y Hacienda –CEH- de la Junta de Andalucía, 2005) y la superficie agrícola utilizada supone el 76% de la anterior. Según datos del IEA (Anuario estadístico de Andalucía, 2005), la superficie dedicada a cultivos en cualquier régimen, sin incluir la agricultura ecológica, es de 3.316.707 Ha., correspondiendo a las frutas y hortalizas una superficie de 415.484 Ha., lo que supone un 12% de la superficie cultivada. Sin embargo, según podemos ver en el gráfico 2, esta superficie genera el 34% de la producción agrícola andaluza, muy por encima de todos los demás grupos de cultivos, lo cual denota una alta rentabilidad de la tierra.

Gráfico 2: Superficies (izqda) y producciones (dcha) de Andalucía en 2004
Basado en IEA (2005)



3.2.1 EVOLUCIÓN HISTÓRICA

Gráfico 3: Evolución de la superficie cultivada entre 1991 y 2004 (arriba) y producción entre 1988 y 2004 (abajo) de los distintos grupos de productos agrícolas
Basado en IEA (2005)



En el período (1991-2004) se ha producido un aumento en la mayoría de las producciones agrícolas, siendo mucho más acusado en el caso de los productos hortofrutícolas. En este caso, la tendencia viene favorecida por un aumento en la superficie durante el año 1996, como podemos apreciar en el gráfico 3. Llama la atención que el comentado aumento de la superficie se registre en los años posteriores a la sequía que

asoló la región de octubre de 1990 a septiembre de 1995, pudiendo esto demostrar la poca consideración de los recursos hídricos que se tenía en la planificación agrícola.

El espectacular aumento de la superficie de frutas y hortalizas, y de la producción que procede de ella, es consecuencia del proceso de “modernización” de la agricultura andaluza, que es especialmente acusado en las zonas de Almería y Huelva, y que tiene como primer antecedente el proceso de reforma agraria franquista. Como estas regiones serán de gran importancia durante nuestro análisis de resultados, vamos a destacar aquí una breve reseña histórica sobre cómo estas provincias han llegado a convertirse en lo que Delgado y Aragón (2006) catalogan como “fábrica de hortalizas”.

❖ ***Breve historia de los regadíos de Almería y Huelva***

Los orígenes de “la huerta de Europa”, como se suele conocer a los regadíos de la provincia de Almería, se remontan a los años previos a la reforma agraria de la Dictadura. Una época en la que la polarización de la propiedad junto con la escasa productividad de la tierra obligaban al campesinado a buscar otras actividades complementarias como la minería. A mediados del siglo pasado, con la crisis de la minería y la recogida del esparto, comienza una fuerte migración nacional que da como resultado la creación de los primeros regadíos en el Campo de Dalías (Almería). El campo almeriense sufrirá entonces un cambio en las instituciones y en los valores que lo caracterizaban de tal manera que pasan de una agricultura tradicional a una factoría de hortalizas.

Los años 60 se distinguen por un aumento de la productividad dependiente de las reformas tecnológicas. Comienza así la dependencia de la agricultura de la zona del comercio en tanto en cuanto la adquisición de esta tecnología depende de la industria intermedia. Hasta mediados de los 70 la orientación de la producción era principalmente interior, con cultivos poco variados y un mercado limitado. Es entonces cuando surge un cambio que amplía el número de cosechas así como la variedad en los cultivos que llegará hasta finales de los 80. La década de los 90 se caracteriza por una fuerte expansión asociada al acceso al mercado europeo y, el final de la misma, por un agotamiento de este modelo globalizado.

El caso de la fresa de Huelva es muy similar al de Almería. Partiendo la provincia de la explotación minera y forestal, durante los años 40, el régimen franquista comienza a asignar derechos de propiedad individual a las zonas agrícolas comunales, introduciendo de esta manera el campo onubense al mercado y al cultivo del eucalipto para alimentar la

industrial de celulosa situada en el Polo Químico de Huelva, también creado por el régimen. La necesidad de una plantación masiva de eucaliptos para abastecer la industria celulosa hace aumentar el declive de la actividad agropecuaria tradicional por el desplazamiento de las especies autóctonas. Se encuentra la provincia, por lo tanto, en una situación de necesidad de desarrollo ya que ni el aprovechamiento tradicional podía llevarse a cabo, ni el Polo Químico daba los resultados esperados, debido principalmente a la permisividad de la administración ante el deterioro de los recursos naturales y de las condiciones laborales que incluían el pago de unos salarios menores.

A principios de los 70 se descubren los acuíferos de la costa onubense y a principios de los 80 surge el desarrollo del regadío como vía de salida a la situación de subdesarrollo estructural. Las condiciones climáticas del litoral lo hacen propicio para el cultivo de la fresa, ocupándose y destruyéndose fincas forestales para instaurar los regadíos de los que obtener el que ha sido calificado en la zona como “oro rojo”. Desde mediados de los años 80, con la entrada en la CEE, la superficie cultivada ha ido aumentando de forma paralela al aumento de la orientación exterior del fresón. A pesar de la creación de cooperativas que buscan conseguir el máximo valor añadido posible, el poder de las grandes distribuidoras hace que a los freseros llegue únicamente un 27% del precio pagado por el consumidor final.

En este marco de expansión, la provisión agroalimentaria parece cada vez más asociada a formas industriales de organización –es decir, las grandes cadenas de distribución que aumentan su poder gracias a las ventajas negociadoras que poseen- y la producción se concentra espacialmente y de forma rápida a costa del aumento de la intensificación en el uso del suelo como salida a la bajada de los precios de los productos agrícolas. Como resultado de este proceso, Almería produce una quinta parte de las hortalizas españolas, que son a su vez una cuarta parte de las europeas. Dándose la paradoja de estar ubicada en la región más árida de Europa la actividad que más agua consume. En ambos modelos, es denominador común la dependencia del agricultor de la industria intermedia proveniente de fuera de la región y la necesidad injustificable de recurrir a la intensidad en el uso de los recursos naturales y a la mano de obra inmigrante con bajas garantías laborales para reducir los costes.

3.2.2 INCIDENCIA DE LA AGRICULTURA EN EL MEDIO

La medida en que la agricultura incide en el medio ambiente depende de la manera de enfocarla que se haya dado históricamente. Este sector ha experimentado en los últimos años una mecanización que ha variado totalmente su relación con los recursos naturales: por un lado, se ha producido una fuerte mecanización del campo generando un aumento de la tasa de paro rural en las zonas afectadas; además, se ha producido el abandono de tierras de las que se obtenía una baja rentabilidad económica; finalmente, en este nuevo sistema agrario la ruptura del equilibrio de los sistemas naturales es aún mayor, al sobreexplotarse los recursos hídricos y el suelo.

La demanda agraria es la que consume mayores recursos hídricos en Andalucía, ya que se ha especializado, como hemos comentado, en productos que necesitan gran cantidad de agua, creando una serie amplia de impactos. En primer lugar, las prácticas agrícolas inadecuadas, como el aporte excesivo de abono necesario en la agricultura intensiva, contribuyen a la intensificación de los procesos erosivos. Cabe destacar que en Andalucía se consume el 27% de plaguicidas y fertilizantes, debido al elevado consumo por parte de los productos hortícolas, provocándose graves problemas de contaminación de suelos y acuíferos. En segundo lugar, el uso del plástico propiciado por la expansión de los cultivos intensivos genera 30.000 toneladas de desechos de este tipo.

Finalmente, pero no menos importante, hay un consumo excesivo de agua que se ve agravado en las zonas litorales de Granada y Almería con la introducción, en los últimos años, de cultivos forzados (cultivos no aptos para el territorio). Las dos terceras partes de los regadíos andaluces tienen más de veinte años de antigüedad y un diseño que no está preparado para hacer frente a situaciones de déficit hídrico. Es también relevante, por los impactos sobre el medio hídrico que pueden ocasionar, los sistemas de riegos empleados. No podemos en estos momentos profundizar en este tema, únicamente apuntar que, debido a la antigüedad mencionada de los regadíos, muchos de ellos todavía riegan por gravedad, con el consiguiente excesivo gasto de agua. Ciertamente se está fomentando la modernización del regadío en Andalucía pero, mientras siga costándole más al agricultor la inversión que ha de hacer para ello que el agua que derrocha, y mientras se mantenga el sistema de concesiones actual, poco se podrá avanzar en ese sentido.

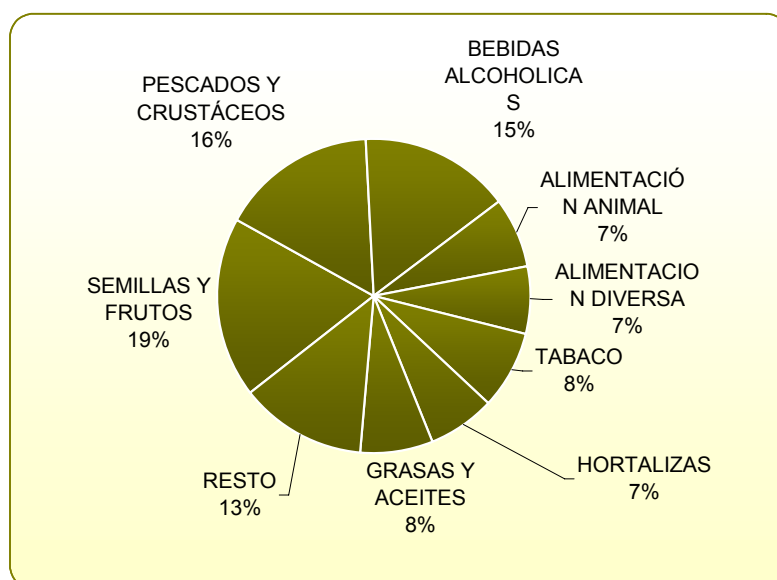
3.3 COMERCIO

Como hemos comentado, con la entrada de España en la UE, la apertura a nuevos mercados se hizo patente en la agricultura española, y en especial en la andaluza, mediante un aumento de la intensificación en el uso de los recursos. La finalidad de este apartado es dar a conocer la procedencia y la cuantía del comercio de frutas y hortalizas de Andalucía.

3.3.1 LAS IMPORTACIONES

Según Analistas Económicos de Andalucía (AEA, 2005), en el año 2004, los productos energéticos constituyeron las principales importaciones andaluzas suponiendo el 36% de las importaciones regionales. Si nos centramos en las importaciones de la industria agroalimentaria, la principal importación es la de semillas y frutos con un 19% de las importaciones, como puede verse en el gráfico 4, seguida de la de pescado, crustáceos y moluscos, con un 16%. La importación de hortalizas, aunque con un bajo porcentaje, está presente entre las ocho principales, lo cual es de señalar.

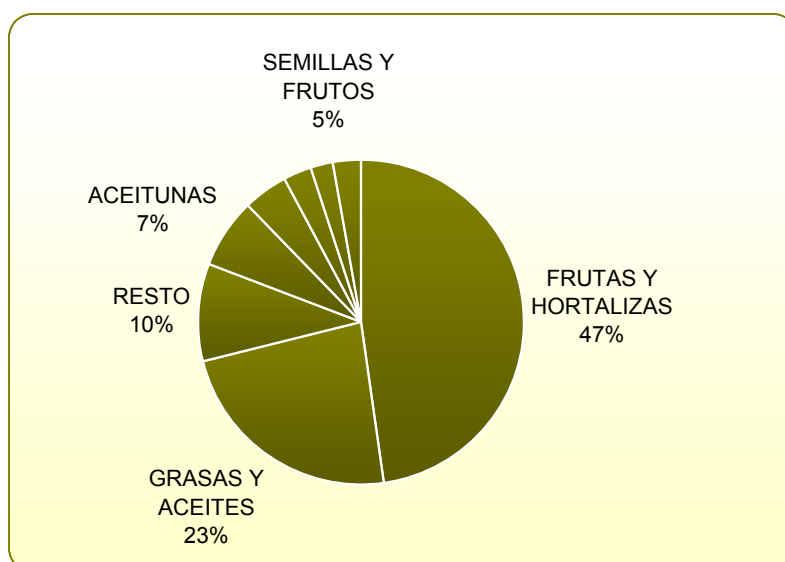
**Gráfico 4: Principales importaciones agroalimentarias en términos monetarios
Basado en AEA (2005)**



3.3.2 LAS EXPORTACIONES

Si las principales importaciones son de productos energéticos, las mayores exportaciones que hace Andalucía son de sus productos alimenticios, de forma que representan el 45'6% de las exportaciones. Como podemos ver en el gráfico 5, las principales exportaciones de productos agroalimentarios corresponden a los productos hortofrutícolas, con un 47%. De este elevado porcentaje, el 62 % corresponde a hortalizas y legumbres frescas, el 31% a frutas frescas no cítricas y el 5% a cítricos.

**Gráfico 5: Principales exportaciones agroalimentarias en términos monetarios
Basado en AEA (2005)**



3.4 DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA AL DESARROLLO RURAL

Según la definición aportada en el capítulo anterior, podríamos decir que la idea de una política comunitaria sobre agricultura es una institución. Esta institución se manifiesta en forma de planificación mediante diferentes acuerdos que forman la Política Agraria Común (PAC), y que, como hemos visto anteriormente, han afectado de forma contundente a la agricultura andaluza. Esta política sigue la línea de las grandes políticas europeas al estar marcada por los problemas típicos de los países con gran poder en la negociación. La PAC surge con los problemas alimenticios que sigue a la II Guerra Mundial y en sus orígenes los objetivos se centran en asegurar el alimento, mejorar la productividad y estabilizar los

mercados agrarios, más que en desarrollar las áreas rurales, y no fue hasta finales de siglo cuando se introducen los criterios de competitividad y sostenibilidad.

Las sucesivas reformas de la PAC han dejado entrever un cambio en los valores asociados al entorno rural que lo convierten de “fábrica de alimentos” a un lugar habitable con una buena calidad de vida. Este cambio llega quizá un poco tarde a algunas zonas del campo andaluz donde la intensidad del uso de los recursos derivada de la dependencia del mercado común ha convertido el patrimonio rural en irrecuperable²¹.

²¹ Este podría ser el caso de la desertificación catalogado como un proceso irreversible de pérdida de suelo.

IV METODOLOGÍA

“En suma, que a medida que fue ganando terreno la “sensibilidad ambiental” de la población, se observó que resultaba más fácil y ventajoso para políticos y empresarios contentarla a base de invertir en “Imagen verde” que en tratar de reconvertir el metabolismo de la sociedad industrial y las reglas del juego económico que lo mueven”.

Naredo, 2006, 41

1 ACERCAMIENTO A LA METODOLOGÍA

Como comentábamos en el primer capítulo, en el estudio de los flujos del metabolismo hídrico deben ser tenidas en cuenta las variables territorial y temporal. En nuestro caso, hemos tenido en cuenta únicamente la variable territorial, obviando la temporal, tanto la referida a la estacionalidad de los flujos como a la variación interanual, cuya consideración dejamos para futuros trabajos.

La importancia de la consideración de variables territoriales radica en dos motivos principalmente. Por un lado, la disponibilidad del recurso depende de parámetros físicos que varían en función de la localización, como el clima o el tipo de suelo. Por otro, como ya hemos comentado, el impacto derivado de la explotación de los recursos depende del lugar en el que el éste se consume. También comentábamos que el metabolismo social no sólo presenta la dimensión física, sino también la económica; a la vez que se producen flujos de agua en su sentido, se producen flujos monetarios en sentido contrario. Es importante, por lo tanto, desarrollar algunos indicadores que relacionen ambos flujos.

Sin embargo, el estudio territorial encuentra una gran dificultad en la obtención de datos. El ámbito para el que se pensó inicialmente este estudio era la cuenca del Guadalquivir. Sin embargo, los datos estadísticos de producción y comercio están ordenados atendiendo a divisiones políticas y no geográficas. Es por eso que hubo que optar por utilizar la región andaluza como ámbito territorial de estudio por otro lado, una acotación territorial muy favorable al contener una de las mayores cuencas hidrológicas de España que, a su vez ocupa gran parte del territorio de la región

La realidad social es compleja y partimos de esta base. Además las relaciones entre los flujos metabólicos sociales son tan complicadas como las del metabolismo celular. Lejos de tratar de hacer un modelo de metabolismo que recoja todas las interacciones, idea que escapa en estos momentos al objetivo de este trabajo, hemos decidido acotar el caso de estudio simplificando el esquema de metabolismo hídrico propuesto anteriormente, así como la estimación de la huella hídrica para adaptarlos al mismo. Hemos considerado para el territorio andaluz, únicamente el sector hortofrutícola, que será el objeto de nuestro estudio, compuesto por 31 cultivos, seleccionados en base a la existencia de los datos necesarios.

Partiendo de la necesidad de asociar los flujos de agua al territorio, parece evidente la utilidad de una herramienta de proceso de datos capaz de georreferenciarlos, habiéndose utilizado los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como herramienta de análisis para un estudio de carácter económico. Aunque la idea inicial fue realizar todo el estudio del metabolismo asociado al territorio mediante el uso de SIG, nos hemos encontrado con dos problemas que han limitado su uso. En primer lugar, las capas de información disponibles en el Inventario de Regadíos de la Junta de Andalucía no desagregan el consumo de agua por cultivos. De esta forma, no se sabe exactamente qué cultivos se están produciendo en cada lugar, y además el contraste con los datos de aduanas se dificulta ya que estos sí están referidos a cultivos. Una posible solución hubiera sido hacer un estudio detallado para desarrollar la información con el nivel de desagregación adecuado. Sin embargo, el límite temporal al que está supeditada la elaboración del trabajo de investigación no lo ha permitido.

En segundo lugar, los datos de consumos de agua por grupos de cultivos de que disponemos no distinguen entre agua verde o azul, lo cual es conceptualmente importante para la determinación de los requerimientos hídricos, como veremos más adelante. Por lo tanto, para conservar la variable espacial, realizaremos un estudio discreto por provincias, dejando el análisis espacial continuo para futuros proyectos de investigación.

Concluyendo, podemos decir que la metodología combina un estudio físico de los requerimientos de agua de los cultivos, una aproximación territorial mediante el empleo de los SIG y un estudio de indicadores de rendimiento hídrico y monetario de la producción y el comercio. Por otro lado, el análisis está referido al año 2004 por ser éstos datos los últimos disponibles.

2 METABOLISMO HÍDRICO: FLUJOS E INDICADORES

Al crear nuestro simplificado sistema económico, hemos variado el esquema de metabolismo hídrico de la figura 2 en dos puntos. En primer lugar, suponemos que no existen las re-exportaciones que proponíamos anteriormente ya que los datos de comercio provenientes de la Agencia Estatal de Administración Tributaria (AEAT) de donde proceden las estadísticas de Aduanas recogen únicamente los movimientos de entrada y salida sin especificar si existe re-exportación o no. En segundo lugar, los flujos correspondientes a los

vertidos y la evaporación no los hemos considerado en él, ya que al definir nuestra demanda de agua como el riego neto, hemos excluido dichos flujos²².

Por otro lado, el estudio recogerá únicamente el agua que hemos denominado azul y, por lo tanto, no se considera ni el agua verde ni el agua gris (volumen de agua contaminado por fertilizantes).

La figura 9 esquematiza la metodología empleada para estimar los flujos e indicadores asociados²³. Los cuadros sombreados indican datos necesarios y los no sombreados, las estimaciones realizadas. De ellas, los cuadros con línea continua se refieren a indicadores relativos mientras que los de línea discontinua indican la estimación de flujos de agua. La metodología de este primer apartado está basada en la utilizada por Hoekstra y Hung (2005) y Hoekstra y Chapagain (2007).

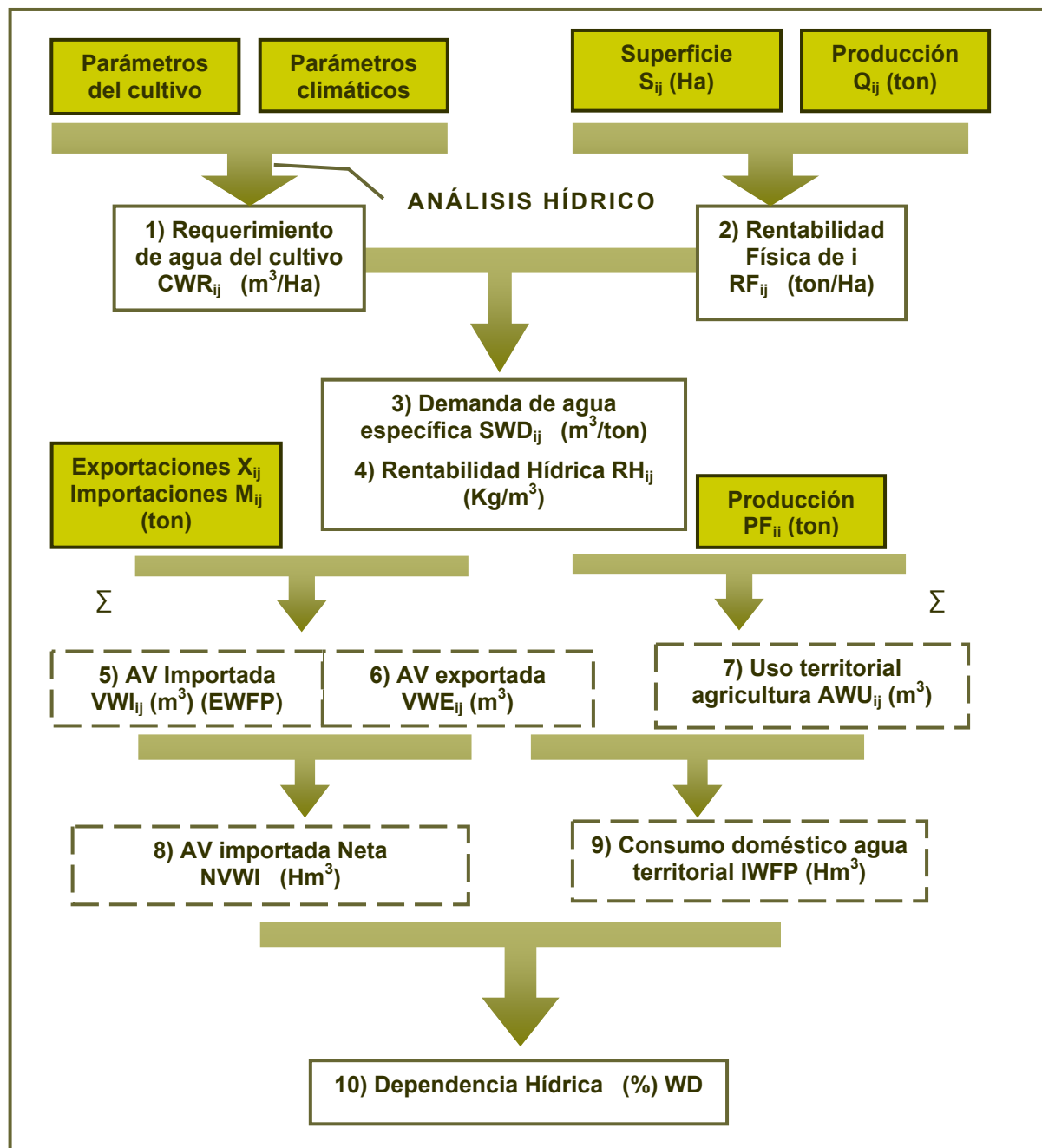
Esta metodología sigue varios pasos. En primer lugar, realizaremos un análisis hídrico utilizando una aplicación informática desarrollada por la Junta de Andalucía para estimar, (paso 1) los requerimientos del cultivo *i* en la provincia *j*. A continuación, estimaremos (paso 2) la rentabilidad física también por cultivos y provincias. Con estas estimaciones, procederemos a obtener la demanda de agua específica (paso 3) y la rentabilidad hídrica de la producción (paso 4). Utilizando las estadísticas de comercio exterior²⁴, podemos estimar los flujos de agua virtual (pasos 5 y 6) y el uso de agua territorial de la agricultura (paso 7). Dada la diversidad de clima y de suelos de Andalucía y las implicaciones de ello sobre el consumo de agua por los diferentes cultivos, hemos desagregado el análisis por provincias, lo que obliga a su posterior agregación para obtener el flujo neto de AV (paso 8) y el consumo doméstico (paso 9), así como el indicador de dependencia hídrica (paso 10).

²² El riego neto se define como el riego bruto menos la evaporación y la infiltración. La eficiencia en el riego se define como la tasa de agua procedente del riego bruto que pasa a formar el riego neto y, en nuestro caso, hemos tomado un 75%. Este dato no nos resulta relevante ahora al estimar directamente el riego neto, pero nos ha parecido conveniente apuntarlo.

²³ Se han mantenido los acrónimos en inglés para los indicadores estimados con anterioridad por Hoekstra y Hung (2005) y Hoekstra y Chapagain (2007). Para el resto hemos utilizado el acrónimo en castellano.

²⁴ La necesidad de recurrir a las estadísticas de comercio exterior, como fuente de datos de las transacciones comerciales, han supuesto una fuerte limitación en el estudio de caso. En efecto, dichas estadísticas únicamente recogen las transacciones comerciales de Andalucía (en nuestro caso) con el resto de países pero no quedan recogidas las estadísticas con el resto de España. Recurrimos entonces a las Estadísticas de Transporte por Carreteras pero, desafortunadamente, no recogen la desagregación sectorial con la que estamos trabajando. Podemos pues afirmar que en la fecha de finalización de este trabajo no existen estadísticas, al nivel de desagregación requerido, para poder incluir el comercio hortofrutícola de Andalucía con el resto de España. Somos conscientes de que dejamos fuera una parte importante de dicho comercio que esperamos poder completar en futuros trabajos cuando las estadísticas estén disponibles.

Figura 9: Metodología de estimación de los flujos de agua y sus indicadores asociados
 Basado en Hoekstra y Hung, 2005 y Hoestra y Chapagain, 2007.

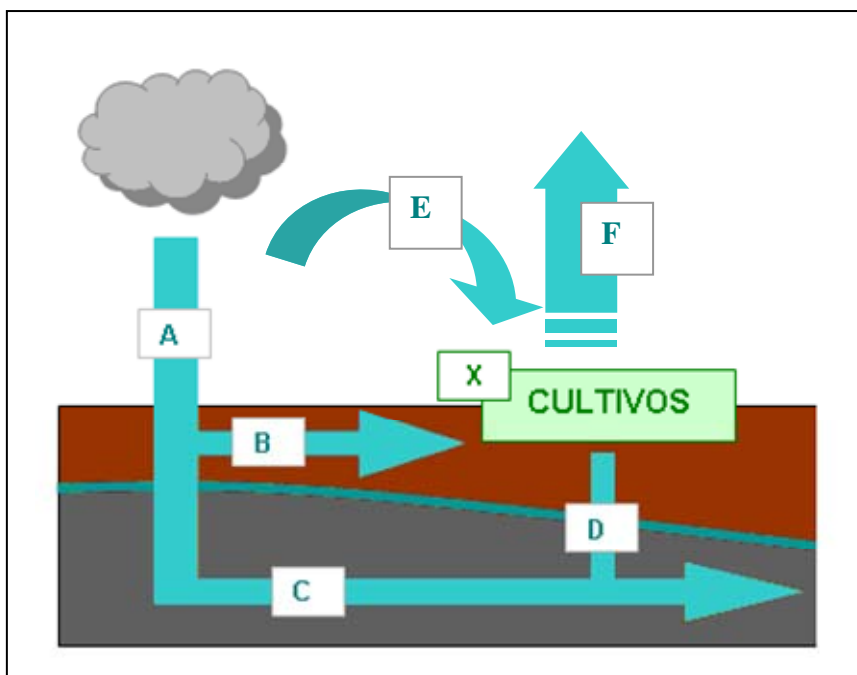


2.1 ANÁLISIS HÍDRICO: ESTIMACIÓN DEL REQUERIMIENTO DE AGUA -CWR-

Los datos de consumo de agua por cultivos y provincias son difíciles de obtener debido a la tradicional manera de gestionar el recurso. En efecto, en Andalucía (como en la mayor parte del resto de España) el agua de riego se paga por hectárea regada (y no por cantidad de agua consumida), careciendo la mayoría de las fincas de contadores de agua. La demanda de agua unitaria por parte de la planta no depende de factores como el precio sino del clima y el suelo. Así pues, nos encontramos que el primer paso que hemos de dar es estimar los requerimientos de agua de cada cultivo en cada provincia (CWR_{ij} , en inglés, Crop Water Requirement).

El concepto de CWR puede definirse de muchas formas y debe hacerse con cuidado en función del marco teórico en el que nos encontremos, ya que influirá en gran medida en el diseño de la metodología y en los resultados. En su papel de indicador, CWR nos ofrece una visión de la intensidad en el uso del agua. En nuestro caso, hemos decidido que entenderemos el requerimiento de agua como las necesidades de riego neto, como explicamos a continuación y esquematizamos en la figura 10.

Figura 10: Flujos del agua de riego



En el sistema agrario representado el requerimiento de agua del cultivo (X) es la cantidad que fisiológicamente necesita la planta para vivir y es igual a su consumo de agua por Evapotranspiración $-ET_c-$ (F). Este agua procede, en parte, de la precipitación (A) absorbida por el suelo -o agua verde (B)- y, cuando la anterior es insuficiente, del aporte extra en forma de riego (E), o agua azul, que ha sido procesada (transportada, potabilizada, etc.) a partir de los recursos (C) -representados aquí por un acuífero-. El resto del agua verde o azul que no utiliza la planta se recicla por infiltración (D) y vuelve a formar parte del recurso. El flujo D podría ser considerado como agua gris si se produce un cambio cualitativo de la misma. La cantidad de agua disponible en el suelo, así como la ET_c , dependen de diferentes factores climáticos, edáficos y fisiológicos. Así, podríamos sintetizar este esquema en la siguiente expresión (entendiendo que $X = F$): $F = B + E - D$

En función de las necesidades del estudio, CWR puede ser entendido como el requerimiento fisiológico (X), el riego bruto (E) o neto²⁵ ($E-D$). El aporte idóneo de riego debe ser aquel que complete el aporte de agua hasta alcanzar el nivel que permita a la planta un metabolismo normal (X o F). Por lo tanto, si la planta cubre sus requerimientos con el agua verde, el riego no será necesario. En este estudio se tomará como requerimiento hídrico el riego neto, es decir, el agua de irrigación (E) menos la parte de ella que retorna a los recursos formando parte del flujo (D) y la que se evapora²⁶ (no contemplada en el esquema) ya que como hemos comentado, no la tendremos en cuenta en nuestro estudio. Nosotros utilizaremos una aplicación informática que estima la ET_c y a partir de ella, el riego neto (nuestro CWR).

La ET_c depende del tipo de suelo y clima y también de la resistencia que tenga el cultivo a la transpiración. Resaltamos de nuevo la importancia del estudio geográfico, ya que los parámetros climáticos y de suelo varían en función de la localización geográfica a la que nos refiramos. La ET_c para el cultivo i en la provincia j viene dada por la expresión:

$$ETc_{ij} = ET_{0j} \cdot Kc_i \quad [2.1]$$

Donde ET_{0j} es la evapotranspiración de referencia en la localización j y Kc_i , el coeficiente de cultivo i , que describe las variaciones en la cantidad de agua que las plantas

²⁵ Para simplificar el análisis, el flujo de evaporación de la precipitación y el riego ha sido obviado.

²⁶ El concepto incluido en el esquema es el de evapotranspiración (y no el de evaporación) que explicamos un poco más adelante.

extraen del suelo a medida que estas se van desarrollando. La ET_0 se define como el consumo de agua de una parcela de una hectárea sembrada con hierba de unos 10 cm de altura sin falta de agua y en pleno crecimiento. La mayoría de las aplicaciones informáticas de programación de riegos utilizan esta expresión para estimar el agua que la planta necesita, aunque estiman la ET_0 de diferente manera en función de los datos meteorológicos proporcionados por las estaciones. De la misma forma que la demanda económica se basa en relaciones de preferencia reducidas a un indicador (el precio), el requerimiento de agua por parte de la planta se basan en parámetros climáticos y edáficos reducidos al indicador de Evapotranspiración potencial (ET_0) y es extremadamente elástico a los cambios de dichos parámetros.

Para realizar nuestra estimación, se barajaron dos posibles aplicaciones informáticas. En primer lugar, pensamos en el programa *CropWat* (denominación derivada de *Crop Water*), un sistema de apoyo para la toma de decisiones de planificación y gestión de riego creado por la División de Desarrollo de la Tierra y el Agua de la FAO. Los parámetros climáticos pueden obtenerse en la base de datos de la FAO, conocida como *Climwat* (*Climate Water*) o en servicios meteorológicos. Los parámetros del cultivo los aporta el propio *CropWat*. Pese a ser el modelo utilizado en la metodología original de Hoekstra, éste representaba algunos problemas. Por un lado, la base de datos de tipos de suelo era demasiado general y los datos de clima provenían de medidas de las estaciones con una antigüedad de unos 10 años. Además, la base de datos con los parámetros del cultivo típicos no correspondía en muchas ocasiones a las variedades cultivadas en Andalucía. Por último, no incorporaba la variable espacial para seleccionar los datos (Clarke, 1998), aunque permitía introducir diferentes valores para cada una de las variables. Es decir, aunque permitía variar los datos en función de la estimación realizada, no asociaba estos datos a una localización geográfica.

Por ello, nos decidimos por un segundo programa, “Aplicación para la Programación de Riegos”, desarrollada por la empresa pública para el Desarrollo Agrario y Pesquero de Andalucía, S.A. (DAP), de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Este *software* estima el riego neto y bruto para el cultivo elegido en la finca seleccionada. El programa presenta algunas ventajas sobre el anterior que fueron determinantes a la hora de seleccionarlo. Por un lado, ofrece una base geográfica actualizada de las zonas regables, así como datos precisos sobre el suelo y el clima donde la finca se localiza. Por otro, es un programa desarrollado específicamente para los productos cultivados en Andalucía, e

incluye los patrones de cultivo (fecha de siembra, de recogida, poda, etc) típicos para cada una de las especies.

2.1.1 SELECCIÓN DE FINCAS

Como hemos comentado, el programa asocia una localización geográfica a los datos de las estimaciones. Su base de datos proporciona la localización de las fincas, con los datos de clima y suelo que se asocian a las mismas y por otro lado los Kc de los cultivos. Sin embargo, no asocia cultivos a fincas; es decir, el programa permite introducir la localización de una finca, pero nosotros hemos de decirle de qué cultivo queremos estimar el riego neto. Ésto suponía una limitación que hemos solventado de la siguiente manera.

La información más aproximada de la localización de los cultivos la ofrece el “Inventario de Regadíos” (Actualización 2002) de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. En él se contemplan los siguientes grupos de cultivos: arroz, cítricos, intensivos de verano, intensivos de invierno, fresa, frutales, frutales subtropicales, hortícolas aire libre, hortícolas semi-intensivos, invernaderos y olivar. Los cultivos estudiados en este trabajo se engloban dentro de los cítricos, hortalizas, frutales y frutales subtropicales. Para solucionar el problema, utilizando la información del Inventario, hemos buscado la zona regable en la que se produce el grupo de cultivos al que pertenece la hortaliza o fruta considerada. A continuación, hemos seleccionado en la aplicación para la programación de riegos una finca en dicha zona regable, estimándose así los valores de CWR para todos los cultivos del grupo en la misma finca.

Por otro lado, se han manejado las estadísticas de Producción Agraria de la Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía, para el año 2004. Éstas reflejan la producción de todos los cultivos estudiados en todas las provincias, detectándose, no obstante, algunas incoherencias en el mapa del Inventario de Regadíos que no recoge todos los grupos en todas ellas. Así, por ejemplo, en Sevilla aparece registrada producción de frutas tropicales mientras que no aparecen zonas regables clasificadas como tal. Cuando esto sucede, hemos asignado dicho cultivo a un grupo con características similares, en nuestro ejemplo, frutales. Por lo tanto, hemos utilizado las mismas fincas para las frutas tropicales y las frutas mediterráneas en la provincia de Sevilla. La asignación de grupos para cada cultivo, así como la localización de las fincas, pueden consultarse en el Anexo.

2.1.2 EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA

El programa utilizado calcula la Evapotranspiración de referencia para estimar el riego neto de dos formas distintas: el método de Penman-Monteith [2.2] para la información procedente de las estaciones climáticas completas y el de Hargreaves [2.3] para las estaciones termométricas²⁷:

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u (e_s - e)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34u)} \quad [2.2]$$

$$ET_0 = 0,0023R_n (T_{med} + 17,8)(T_{max} - T_{min})^{1/2} \quad [2.3]$$

Donde R_n es la radiación neta ($\text{kJ m}^{-2} \text{s}^{-1}$); Δ , la pendiente de la curva de presión de vapor en saturación frente a la temperatura ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$); G , el flujo de calor hacia el suelo ($\text{kJ m}^{-2} \text{s}^{-1}$); γ , la constante psicrométrica; $(e_s - e)$, el déficit de presión de vapor en el aire; e_s , la presión de vapor en el aire; T , la temperatura ($^\circ\text{C}$) y u , la velocidad del viento medida a 2 m de altura (m s^{-1}).

2.1.3 DATOS DEL CULTIVO Y DATOS CLIMÁTICOS

Aunque los patrones de cultivo cambian para las distintas localizaciones, hemos decidido seguir un patrón de cultivo único para todas ellas. La aplicación nos solicita que seleccionemos únicamente el cultivo para los herbáceos y un patrón de distribución para los leñosos. Tras la consulta a varios agricultores, hemos decidido seleccionar un patrón de hileras con separación de 4 metros entre árboles e hileras y se ha calculado el consumo para un diámetro de copa de 2 metros. Los parámetros climáticos son tomados por el programa en función de la localización de la finca.

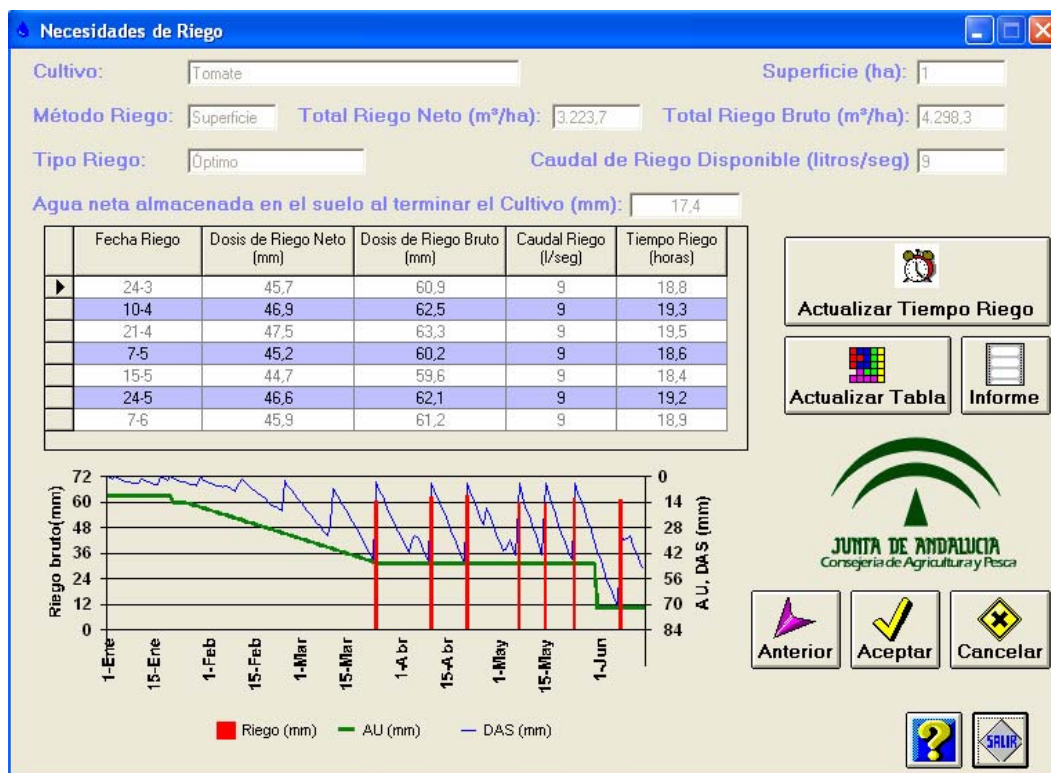
2.1.4 ESTIMACIÓN DEL RIEGO NETO

Una vez calculada $ET_{c_{ij}}$, el programa estima el requerimiento de riego en un área determinada a introducir. En nuestro caso, estimaremos el agua necesaria para una parcela de 1 hectárea. Teniendo en cuenta la eficiencia de los sistemas de riego de la zona, también

²⁷ Mientras que las estaciones completan miden distintos parámetros climáticos, en las termométricas sólo se mide la temperatura.

nos ofrece el riego bruto. La figura 11 nos muestra la información proporcionada por el programa.

Figura 11: Datos proporcionados por el programa



2.2 ESTIMACIÓN DE LA RENTABILIDAD FÍSICA –RF-, DEMANDA ESPECÍFICA DE AGUA –SWD- Y RENTABILIDAD HÍDRICA –RH-

Una vez conocemos CWR, podemos proseguir con los cálculos de los flujos e indicadores. El Rendimiento físico del cultivo - RF_{ij} -, en ton/Ha, se obtiene a partir de la expresión [2.4], donde Q_{ij} representa la producción en toneladas y S_{ij} la superficie en hectáreas del cultivo i en la provincia j .

$$RF_{ij} = \begin{cases} \frac{Q_{ij}}{S_{ij}} & \text{si } S_{ij} \geq 0,1 \\ 0 & \text{si } S_{ij} < 0,1 \end{cases} \quad [2.4]$$

Para los casos en los que se detecta menos de 0,1 Ha de superficie en la provincia, se ha tomado como valor de rendimiento físico 0 ya que en estos casos, que suceden mucho más en frutales que en hortícolas, se trata de árboles diseminados²⁸. Este indicador nos ofrece una visión de la intensidad con la que se usa la tierra.

A partir de RF_{ij} estimamos la demanda²⁹ de agua específica - SWD_{ij} - en m^3/ton , mediante la expresión [2.5], donde CWR_{ij} es el requerimiento de agua del cultivo en m^3/Ha del cultivo i en la provincia j .

$$SWD_{ij} = \frac{CWR_{ij}}{RF_{ij}} \quad [2.5]$$

La rentabilidad hídrica - RH_{ij} -, en kg/m^3 , sigue de la expresión [2.6]. Como comentábamos anteriormente, hemos decidido estimarla en kilos, y no en toneladas, ya que los valores en tonelada resultaban demasiado pequeños.

$$RH_{ij} = 10^3 / SWD_{ij} \quad [2.6]$$

Antes de pasar a estudiar los flujos y la huella hídrica, se ha analizado la relación entre CWR y RH .

2.3 ESTIMACIÓN DEL AGUA VIRTUAL, LA HUELLA HÍDRICA Y LA DEPENDENCIA HÍDRICA

Como hemos comentado anteriormente, la huella hídrica tiene dos componentes: la huella hídrica interna y la externa. Nuestro simplificado sistema económico sólo considera productos agrícolas en Andalucía; por lo tanto, las componentes doméstica e industrial no formarán parte del estudio, y las expresiones [1.1] y [1.2] quedan transformadas como se detalla a continuación.

²⁸ Aunque los cálculos matemáticos resultan muy útiles, en la práctica los resultados que nos dan no son siempre correctos. Cuando las estimaciones han dado resultados que podían suponerse no coherentes, se ha preguntado directamente a agricultores.

²⁹ El término “demanda” es un término económico que en la visión neoclásica relaciona el consumo de un bien con su precio. Dado que el consumo de agua no responde a un precio, especialmente en agricultura, no se debe hablar de “demanda de agua” en términos rigurosos. No obstante, hemos optado por utilizar este término por continuar con la misma terminología utilizada por Hoekstra y Hung, 2005.

2.3.1 HUELLA HÍDRICA INTERNA –IWFP–

En este trabajo, la huella hídrica interna de la producción y exportación de frutas y hortalizas para el producto i en la provincia j ($IWFP_{ij}$), en m^3 , se define como el uso del agua de la agricultura (AWU_{ij}), en m^3 , menos el agua virtual de origen doméstico exportada a otros países (VWE_{ij}), en m^3 , y queda expresada según [2.7]:

$$IWFP_{ij} = AWU_{ij} - VWE_{ij} \quad [2.7]$$

La huella hídrica interna, en Hm^3 , será la suma de las huellas para cada cultivo en cada provincia, en m^3 , dividido entre el factor de conversión apropiado.

$$IWFP = \sum IWFP_{ij} / 10^6 \quad [2.8]$$

Para estimar el uso del agua territorial por la agricultura (AWU_{ij}), en Hm^3 , seguimos la expresión:

$$AWU_{ij} = \frac{SWD_{ij} Q_{ij}}{10^6} \quad [2.9]$$

El flujo de agua virtual asociado a la exportación (VWE_{ij}), en Hm^3 , viene dado por la siguiente expresión, donde X_{ij} representa el flujo de exportación en toneladas:

$$VWE_{ij} = \frac{SWD_{ij} X_{ij}}{10^6} \quad [2.10]$$

Análogamente, el flujo de agua virtual asociado a la importación (VWI_{ij}), en Hm^3 , viene dado por la siguiente expresión, donde M_{ij} representa el flujo de importación en toneladas:

$$VWI_{ij} = \frac{SWD_{ij} M_{ij}}{10^6} \quad [2.11]$$

2.3.2 EL GRADO DE HIDRATACIÓN DE LOS FLUJOS COMERCIALES

Para concluir, estimaremos el grado de hidratación (GH) en Hm^3/ton de los flujos comerciales para toda la región y todos los cultivos, que definiremos como el volumen de agua virtual por tonelada exportada e importada, según las expresiones:

$$GHE = \frac{VWE}{X} \quad [2.12]$$

$$GHI = \frac{VWI}{M} \quad [2.13]$$

Estamos teniendo en cuenta el AV “real” para la exportación y la “teórica” para la importación. Esto quiere decir que los flujos de importación representan el ahorro de agua que supone la importación de estos productos. Expresado con otras palabras, los flujos de agua virtual importada representan la cantidad de agua que dejamos de usar (y se puede destinar a otros usos) por importar unos productos que, si no los importáramos, tendríamos que producirlos en la región con el consiguiente gasto de agua.

2.3.3 HUELLA HÍDRICA EXTERNA

Por su lado, definiremos la huella hídrica externa en m³ por cultivo y provincia como el flujo de agua virtual importada, en m³:

$$EWFP_{ij} = VWI_{ij} \quad [2.14]$$

Así, se definirá el total, en Hm³, por la expresión [2.15] como el total del agua virtual importada (VWI), en m³, dividida entre el factor de conversión apropiado.

$$EWFP = \sum VWI_{ij} / 10^6 \quad [2.15]$$

Los cálculos anteriores también nos permiten estimar las sumas parciales para el cultivo i o la provincia j. Debido al carácter territorial de este estudio, parece interesante la posibilidad de comprobar qué provincias registran una mayor salida de agua. Por lo tanto, y aunque no se denoten aquí para evitar repeticiones innecesarias, se estimarán tanto las sumas totales como las parciales para cada provincia.

2.3.4 HUELLA HÍDRICA, FLUJO NETO DE IMPORTACIÓN DE AGUA VIRTUAL Y DEPENDENCIA HÍDRICA.

Definiremos la huella hídrica del total de la región, en Hm³, como la suma de las huellas interna y externa según la expresión:

$$WFP = IWFP + EWFP \quad [2.16]$$

Y el flujo neto de agua virtual importada³⁰, en Hm^3 , como:

$$NVWI = VWI - VWE \quad [2.17]$$

Para estimar el grado de dependencia hídrica WD en % que tiene nuestro sistema, se sigue la expresión:

$$WD = \begin{cases} \frac{NVWI}{AWU} \times 100 & \text{si } NVWI \geq 0 \\ 0 & \text{si } NVWI < 0 \end{cases} \quad [2.18]$$

2.3.5 LA DEPENDENCIA EXTERIOR DE LA HUELLA HÍDRICA

Para ver el grado en que nuestra huella hídrica depende de los recursos exteriores, hemos definido la dependencia exterior de la huella hídrica (WFPD) como:

$$WFPD = \frac{EWF}{WFP} \times 100 \quad [2.19]$$

3 FLUJOS MONETARIOS

Nuestro sistema económico no está aislado con respecto a otros; existe el comercio y, por tanto, intercambio entre flujos físicos y monetarios. Estos flujos monetarios han sido y son uno de los principales *drivers* de la intensificación de la agricultura y del uso del agua asociado a ella. Aunque el cambio hacia la visión ecocéntrica conlleva un desarrollo rural no necesariamente asociado al crecimiento económico –tal y como este es entendido por la visión neoclásica–, lo cierto es que la ganancia monetaria se interpone como excusa contra las denuncias de explotación abusiva de los recursos. Esta relación entre flujos físicos y monetarios resulta, por lo tanto, interesante para nuestro estudio y, aunque no nos centraremos en el estudio de estos flujos, sí que estimaremos la rentabilidad monetaria del agua utilizada para comparar ambos.

³⁰ Aunque en el lenguaje económico tradicionalmente un flujo neto se describiría como exportaciones menos importaciones, nos interesa mucho más definir el flujo de Importaciones netas. Por eso, en este caso, y siguiendo la metodología de Hoekstra y Hung, 2005, nos hemos tomado la libertad de utilizar el término “neto” para referirnos a las importaciones descontando las exportaciones.

Además resulta interesante cómo la “demanda” de agua por parte de las plantas, basada en la ET_0 y en unos rangos que respetan los ciclos naturales, es transformada por los humanos en otra demanda irrespetuosa con los recursos y basada en el valor monetario que pueden generar.

Los valores monetarios de los productos agrícolas son muy variables. Hemos estimado la producción monetaria (PM) creada a partir de la producción de cultivos utilizando los datos de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.

En nuestra opinión, podríamos decir que el comercio se fundamenta en el principio físico de “acción y reacción”³¹, ya que se basa en el intercambio de pares de flujos con igual dirección y sentido contrario (aunque de magnitud no conmensurable). Esto significa que asociado al flujo de productos hay un flujo de AV en el mismo sentido, y monetario en sentido opuesto. Hemos determinado los flujos monetarios de salida asociada a la importación (YI) y de entrada asociada a la exportación (YE) para el mismo año de estudio.

3.1 **RENTABILIDAD MONETARIA**

Más interesante que los flujos en sí mismos nos resulta la relación que éstos guardan con los flujos de agua. Los valores monetarios asignados a la producción dependen de los precios comerciales; por ello, la rentabilidad monetaria del agua varía de unos flujos a otros al variar los precios en los diferentes mercados. De esta forma, mientras que los precios escogidos para estimar PM son los precios de mercado en la región recopilados de las estadísticas agrarias andaluzas, los valores monetarios de YX e YI proceden del valor monetario estadístico procedente de la Agencia Tributaria (AEAT).

3.1.1 **RENTABILIDAD MONETARIA DEL AGUA EN LA PRODUCCIÓN**

Definiremos la rentabilidad monetaria del agua, en €/m³, como:

$$RMP_{ij} = \frac{PM_{ij}}{AWU_{ij}} \quad [2.20]$$

³¹ Este principio, derivado de la Tercera ley de Newton, sostiene que cuando el cuerpo A ejerce una fuerza sobre el cuerpo B, B ejerce sobre A una fuerza de igual magnitud y dirección pero de sentido contrario.

Donde RMP_{ij} es el rendimiento monetario del agua para la producción y AWU_{ij} el uso del agua por la agricultura.

3.1.2 RENTABILIDAD MONETARIA DEL AGUA EN EL COMERCIO

Por otro lado, parece interesante relacionar el rendimiento monetario con los flujos de agua. De esta manera, definiremos el rendimiento monetario de los flujos de AV en €/m³ como:

$$RME_{ij} = \frac{YX_{ij}}{VWE_{ij}} \quad [2.21]$$

$$RMI_{ij} = \frac{YI_{ij}}{VWI_{ij}} \quad [2.22]$$

donde RME_{ij} es la rentabilidad de la exportación, RMI_{ij} , la de la importación en € por m³; YX_{ij} , el flujo monetario de la exportación y YI_{ij} , el de la importación expresadas en euros corrientes de 2004, del cultivo i en la provincia j .

4 ANÁLISIS ESPACIAL

Una vez estimados los flujos de forma discreta, los asociamos con la correspondiente localización geográfica. Es aquí donde nos damos cuenta de que el análisis hubiera quedado mucho más completo con un análisis continuo en lugar de discreto. Sin embargo, este trabajo es una aportación que puede ser completada cuando la disponibilidad de datos lo permita.

4.1 LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

Hay varias formas de definir los Sistemas de información Geográfica, y dependiendo de los intereses de un usuario en particular, un SIG puede ser considerado como un sistema de almacenamiento de datos, una herramienta, una tecnología, un campo científico o una fuente de información. En un sentido amplio, el término puede ser entendido como el conjunto de *software*, datos, usuarios y la organización en la cual funciona. Una visión más reducida, nos llevaría a considerarlo un programa informático. En este trabajo entenderemos

un SIG siguiendo la definición de de By (2004, Pág. 70) que afirma que un SIG es “un sistema computerizado que proporciona cuatro utilidades para tratar información georreferenciada: captura, gestión, análisis y presentación de datos”. En nuestro caso, el programa utilizado para el análisis es “ArcGIS 9.1”, representa principalmente una herramienta de presentación de datos, aunque también lo hemos usado para realizar algunos análisis.

Desde hace algunos años, son numerosos los organismos administrativos que usan los SIG para alguna de las cuatro funciones que de By les atribuye. Los servicios de cartografía regionales están empezando a desarrollar mapas digitalizados cuya información puede ser utilizada para realizar diferentes tipos de análisis en campos muy variados, que tradicionalmente no los han utilizado, gracias a su carácter holístico y a la posibilidad que ofrecen de combinar diferentes tipos de datos. En nuestro caso, su uso parece muy apropiado tratándose de un estudio enmarcado dentro de la visión ecológica de la Economía que pretende escapar de la visión reduccionista y realizar un análisis que combine diferentes aspectos y variables.

Los SIG no sólo han irrumpido como herramienta de análisis. Como herramienta informativa cobran importancia en la que podríamos llamar “era de la participación pública”, no en vano se han desarrollado lo que se llama SIGP: SIG Participativos. Lo cierto es que los servicios de información de la Junta de Andalucía han incorporado el uso de SIG para la consulta de datos referidos a diferentes disciplinas como, por ejemplo, la Meteorología, Planificación del Suelo, Geología, Edafología o Hidrología. No son los únicos, sin embargo, ya que la mayoría de los organismos regionales los incorporan como modo de consulta en sus bases de datos y páginas Web.

A pesar de tratarse de una potente herramienta, el problema del uso de los SIG en el análisis radica en la necesidad de la creación de datos en los formatos oportunos, tarea que requiere cierto grado de cualificación. A pesar de los esfuerzos que los organismos realizan, aún queda mucha información por generar con el grado de desagregación o la escala necesarios para cierto tipo de estudios regionales. Además, la incorporación de la dimensión geográfica en algunas disciplinas, como puede ser la Economía, es un campo que aún no

ha sido plenamente desarrollado, aunque algunos proyectos europeos están trabajando en ello³².

Para realizar las estimaciones de los flujos metabólicos utilizando un SIG, nos enfrentamos a dos obstáculos. Por un lado, la necesidad de unos datos que, según la información de la que disponemos, no existen; y, por el otro, el hecho de encarar un tipo de análisis, el de metabolismo socioeconómico, que no suele realizarse incorporando la variable geográfica. El primero de ellos se ha solventado mediante la estimación discreta de los requerimientos de riego neto, como hemos explicado anteriormente, y los flujos para cada provincia y cultivo utilizando la aplicación para la programación de riegos.

4.2 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

Por lo que respecta a la localización geográfica, como ya hemos comentado anteriormente, el objeto de estudio se centra en la Comunidad Autónoma de Andalucía y dada las dimensiones de la región y su diversidad geográfica y climática, la ET_0 varía de unas zonas a otras. Por ello, entendemos interesante analizar las zonas regables contrastando el mapa de ET_0 con el de la localización de las zonas regables de Andalucía.

En cuanto a los flujos de agua, veremos los principales lugares de procedencia y destino en Andalucía así como en el resto del mundo. Para ello, se han estimado flujos de salida y entrada, tanto de agua como monetarios, atendiendo a la provincia andaluza de destino de las importaciones y origen de las exportaciones. Veremos desde dónde se exporta más y la relación que hay con la distribución de los recursos en la región. Para ello, representaremos geográficamente los flujos de AV de exportación e importación, así como la huella hidrológica externa e interna.

Por último, nos centraremos en otro punto interesante geográficamente: el origen y destino de los flujos de agua virtual a nivel mundial. Cuando hablamos de los impactos asociados a estos flujos, los resultados variarán en función de la distancia que recorren los mismos por dos motivos principalmente. En primer lugar, el transporte de mercancías también requiere un consumo de agua que genera un flujo muy importante –cuya estimación sería interesante estimar en un futuro, ya que sobrepasa el objetivo de este trabajo-. Y en

³² Este es el caso, entre otros, del proyecto europeo MATISSE: *Methods and Tools for Integrated Sustainability Assessment*, cuyo grupo de trabajo 6 está desarrollando un juego basado en la representación geográfica de los *stakeholders* que intervienen en la demanda de agua en la cuenca del Ebro.

segundo lugar, el impacto que generamos al ciclo natural del agua aumenta con la distancia a la que esa agua es transportada.

Para comparar estos flujos hemos dividido el mundo en diferentes zonas: América del Norte (MN), América Central (MC), América del Sur (MS), Europa (E), Asia (S) y África (F).

V RESULTADOS

The current assessment of water footprints of nations carries a number of shortcomings (...).The calculations could be improved by using the actual water use by crops as a basis, which however will require more specific data per crop per country (that we did not have for the current study).

Hoekstra y Chapagain, 2004, 70

1 METABOLISMO HÍDRICO: RASGOS GENERALES

Antes de centrarnos en el análisis de los flujos concretos, que presentaremos más adelante, comenzaremos ofreciendo una visión general de los flujos estimados para el sistema económico propuesto, siguiendo el esquema de la figura 12. En dicha figura pueden verse tres sistemas: Sistema Hídrico A, lugar de procedencia de los flujos de importación de agua; Sistema Hídrico B, lugar de destino de las exportaciones; y Sistema Hídrico Territorial, lugar del que se consume el agua.

Figura 12: Representación de los flujos de agua del sistema económico estudiado. 2004.



Como puede verse, el año 2004, la cantidad que nuestro reducido sistema económico extrajo del sistema hídrico territorial (AWU) fue de unos 526 Hm³ representando el 12% de los recursos totales que ascienden a 4566,5 Hm³, teniendo en cuenta la

reutilización y la desalación (Consejería Medio Ambiente, Junta de Andalucía). De la cantidad total de AWU, unos 166 Hm³, un 30%, fue exportado de forma virtual (VWE) asociado con los flujos de exportación (X) de los cultivos. La mayoría de estos flujos procede de la provincia de Almería. Por su lado, la huella hídrica interna, IWFP, asciende a 381 Hm³, un 8% de los recursos hídricos totales. Asimismo, las importaciones de agua virtual, VWI, que coinciden con la huella hídrica externa, EWFP, suman 20 Hm³, lo cual supone un incremento de los recursos en un 0,5%.

La huella hídrica total, que habíamos definido como la suma de la huella interna más la externa, es, por tanto, de 401 Hm³. La población andaluza alcanzó en 2004 las 7.687.518 personas (Instituto Estadística de Andalucía, 2004b). Esto quiere decir que la huella per capita del consumo de las frutas y hortalizas estudiadas, suponiendo un consumo equitativo, asciende a 52 m³. Esta cifra cobra relevancia al compararse con el consumo de la región metropolitana de Sevilla para el mismo año, de 105,6 Hm³ para uso no agrícola, y el consumo per cápita en la misma zona, de 113 m³ (CMA).

2 FLUJOS FÍSICOS

La idea general del metabolismo hídrico que hemos expuesto esconde muchos detalles que explicaremos a continuación. Comenzaremos estimando los requerimientos unitarios de agua para luego centrarnos en la producción y en los flujos de entrada y salida de nuestro sistema.

2.1 LAS NECESIDADES RELATIVAS

2.1.1 REQUERIMIENTOS DE AGUA DEL CULTIVO -CWR-

Las estimaciones de requerimiento de agua del cultivo que, recordemos habíamos acordado definirla como las necesidades de riego neto de la planta, oscilan entre los 171 m³/Ha de la lechuga en Huelva y los 8.949 m³/Ha de la alcachofa en Almería. A nivel regional, el cultivo que más agua necesita es la alcachofa, con unas necesidades del rango de entre 6.000 y 9.000 m³/Ha, seguida por el tomate, la zanahoria, la fresa y el pimiento, que se encuentran en un rango de entre 4000 y 7000 m³/Ha. Los cultivos que menos agua por Ha requieren son, con diferencia, la lechuga y el calabacín, que no superan los 1200 m³/Ha.

Cabe resaltar que, aunque no puede decirse que los requerimientos mínimos para cada cultivo se localicen en una sola provincia, en la que se alcanzan unos mayores requerimientos de casi todos los cultivos es Almería. Esto podría deberse a dos motivos principalmente: por un lado, a una mayor ET_0 debido a las mayores tasas de insolación que incrementa la evapotranspiración del cultivo (ET_c), como se muestra en la figura 8; y por el otro, a que los requerimientos por H_a en invernadero son mayores que en el cultivo no protegido, debido a la intensidad con que se produce, como veremos más adelante.

2.1.2 DEMANDA DE AGUA ESPECÍFICA –SWD- Y RENTABILIDAD HÍDRICA –RH-.

Estos indicadores nos dan una idea sobre la “intensidad” del uso del agua (qué cantidad de agua necesitamos para generar una tonelada de producto), el primero, y de la “productividad” del recurso (qué cantidad de producción se genera con una unidad de agua), el segundo. A pesar de que RH es la inversa de la SWD (y éstos nos indicaría que una alta intensidad en el uso del agua, normalmente, indica una baja productividad de la misma), no podemos suponer que los resultados de ambos son opuestos en todos los casos. En efecto, cuando no se produce riego, como el caso del almendro en Granada, la SWD es muy baja, sin embargo la RH no es muy alta porque no se está empleando riego neto, es decir, no hay productividad del agua que valorar. Por lo tanto, vamos a considerar que cuando el valor de SWD es cero, la RH también lo será³³.

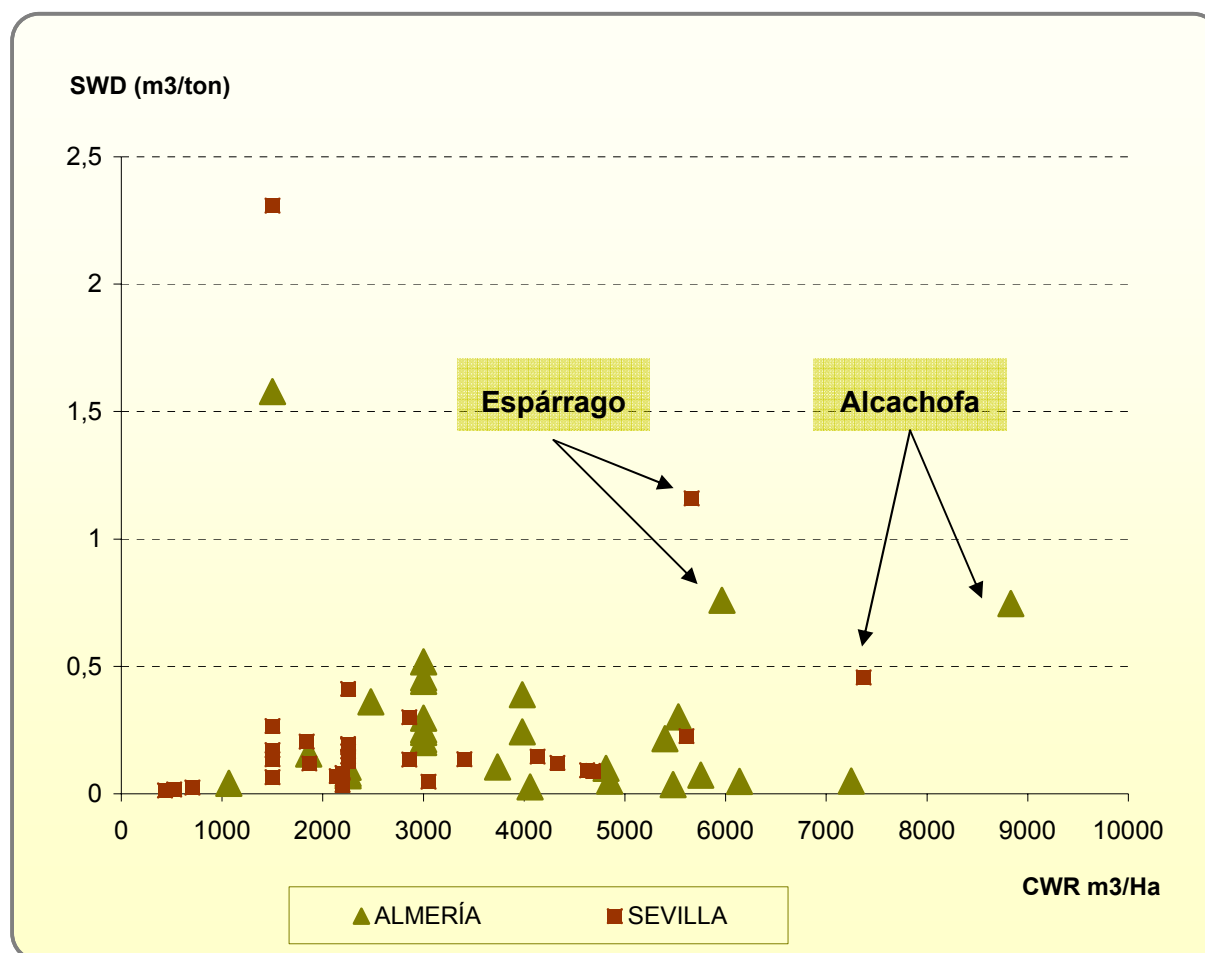
Los valores de SWD oscilan entre los 0 m³/ton ante la ausencia de riego del almendro en Granada, y los 1.579 m³/ton (l/kg). En el Anexo pueden consultarse los valores estimados para SWD, así como para RH. Al contrario de lo que ocurría con los valores de CWR, la SWD no encuentra sus máximos en Almería como regla general, encontrándose éstos más dispersos.

Relacionando estos parámetros con los requerimientos de agua, no podemos suponer que un cultivo con un alto CWR tenga también una alta SWD o una baja RH, ya que tanto la SWD como la RH dependen de la RF, es decir, dependen de la productividad de la tierra o la intensidad con la que se produzca.

³³ Ante algunas incoherencias derivadas de los resultados obtenidos con parámetros teóricos, acudimos a fuentes primarias (conversaciones con agricultores y técnicos de la CAP) para poder llegar a conclusiones razonables.

El gráfico 6 muestra una comparación de los valores de SWD en función de su CWR para Almería y Sevilla. Al hacer una comparación por provincias, observamos que una menor CWR no está relacionada con una menor SWD para el mismo cultivo (como en el caso del espárrago). Tampoco cuando hacemos la comparación entre cultivos, una mayor CWR implica una mayor SWD, como en el caso de la alcachofa, cuyos valores de CWR son los más altos de todos los cultivos, pero cuyos valores de SWD son superados por otros cultivos. Queda comprobado entonces que, en términos relativos, una alta intensidad en el uso del agua, por Hectárea, y la tierra no va necesariamente unida a una baja demanda por tonelada.

Gráfico 6: SWD en función de CWR para Almería y Sevilla



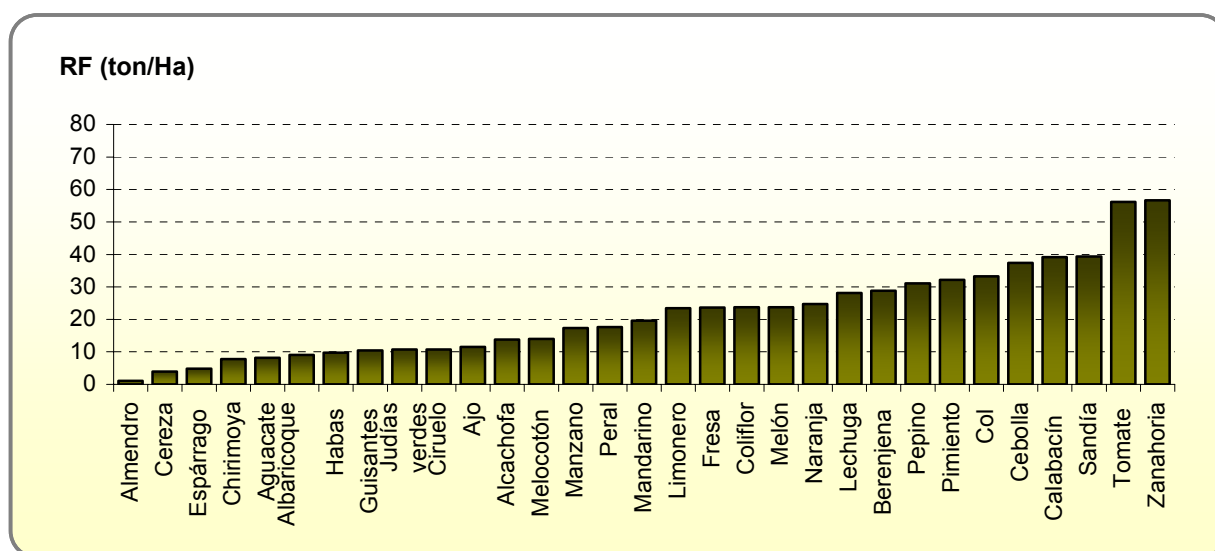
2.2 EL USO EN TÉRMINOS ABSOLUTOS

Una vez comentados los valores relativos del uso del agua, nos centraremos en los flujos totales.

2.2.1 LA PRODUCCIÓN -Q- Y LA RENTABILIDAD FÍSICA -RF-

La producción total estimada para los productos estudiados es de unas 6.700.000 toneladas en 334.000 hectáreas de superficie. En lo que a productos se refiere, el cultivo de tomates es el que presenta un mayor predominio a nivel regional (22%), produciéndose la mayoría en Almería (53%). También son de destacar la producción de naranja, pimiento y pepino cuyas producciones están concentradas en la misma provincia en el caso de las dos últimas (76% y 63% respectivamente) y localizada mayoritariamente en Sevilla en el caso de la primera (37%). La fresa de Huelva, así conocida debido a que en esta provincia se concentra el 96% de la producción andaluza, supone un 4% de la producción regional. Merece la pena destacar la especialización de Granada en frutas y de Almería en hortalizas.

Gráfico 7: Representación de la rentabilidad física regional por cultivos



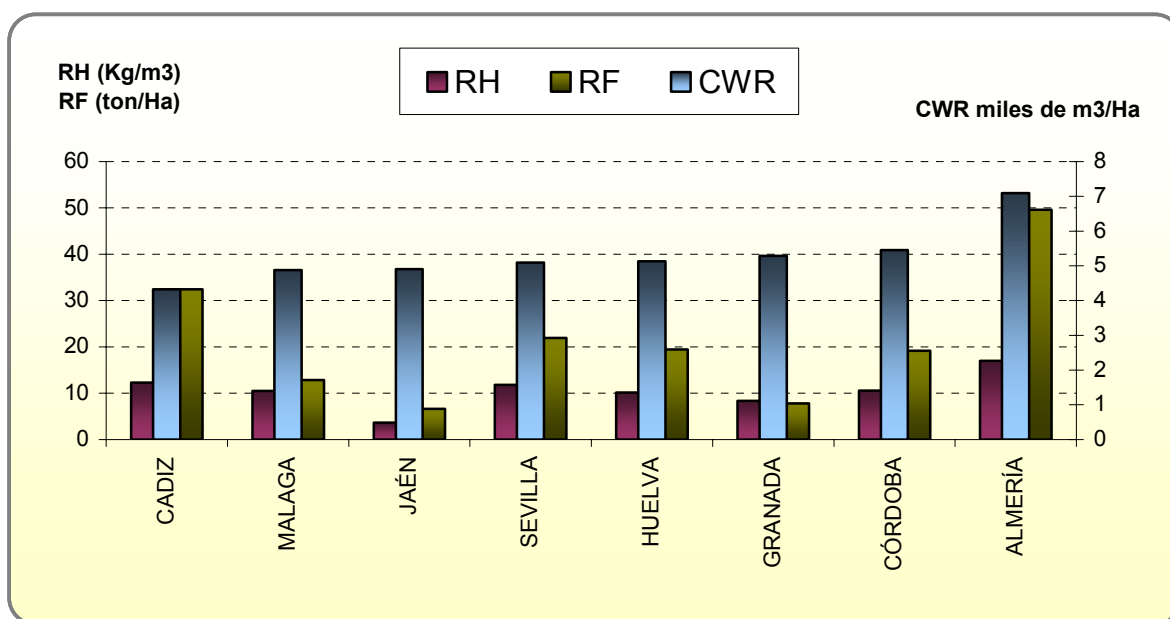
La rentabilidad física nos da una idea de la productividad en el uso de la tierra e intuitivamente nos acerca la intensidad con la que se cultiva. Los datos pueden consultarse en el Anexo. La gráfica 7 nos muestra la comparación de la rentabilidad física por cultivos en

nuestro sistema. Como podemos ver, las hortalizas tienen en general una mayor RF que los frutales. Por lo tanto, las especializaciones comentadas anteriormente explican que Almería concentre el 40% de la producción en el 21% de la superficie y Granada, el 12% en el 31% de la superficie. El resto de las provincias tiene unos valores muy similares para ambas variables, como Sevilla que produce el 11% en el 10% de la superficie.

La explicación podría tener una base biológica. La provincia de Granada está especializada en la producción de frutales, cultivos arbóreos, cuya distribución requiere más superficie para la misma producción. Almería, al contrario, está especializada en la producción de hortalizas, que son herbáceos y requieren una menor superficie.

Una mayor rentabilidad o intensidad en el uso de la tierra podría entenderse como una mejor explotación del agua en términos productivos, es decir, mayor rentabilidad hídrica. La gráfica xxx muestra los tres indicadores mencionados. Como podemos ver, los mayores valores de todos ellos están en Almería, lo cual parece incoherente, ya que al aumentar el CWR, la RH debería disminuir. No obstante, para esta primera impresión de incoherencia encontramos una explicación razonable derivada de la influencia de los factores climáticos y edáficos recogidos en el CWR, haciendo evidente la importancia de la localización geográfica en la que se utilizan los recursos.

Gráfico 8: Valores de RH, RF y CWR pro provincias

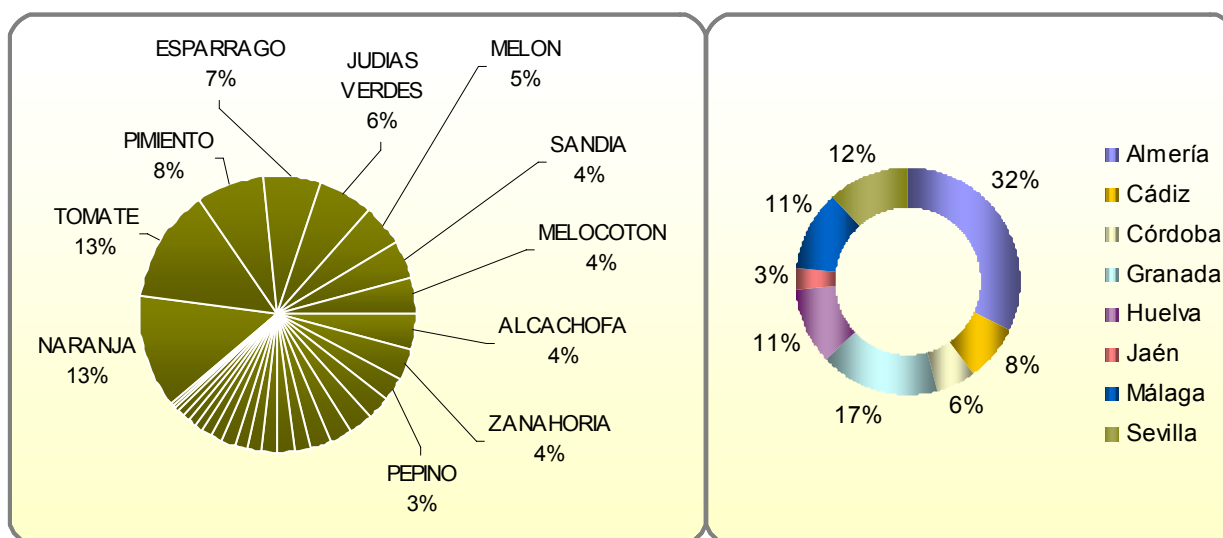


2.2.2 USO DEL AGUA TERRITORIAL -AWU-.

Según lo definimos en el capítulo metodológico, el AWU nos indica el uso de agua que proviene del sistema territorial por parte de la producción. Como vimos en la representación esquemática de los flujos de agua de los cultivos estudiados en Andalucía (figura 12), el AWU estimado para el año 2004 es de 546 Hm³ representando una cantidad significativa. En efecto, el consumo de los algo más de 30 cultivos representa el 12% de los recursos (los datos detallados de consumo pueden consultarse en el Anexo).

Los AWU por cultivos nos sorprenden con cambios significativos. En cultivo que más agua requiere es la naranja (gráfico 9), seguida por el tomate y el pimiento. Por provincias, sin embargo sí sigue un patrón parecido, ya que son Almería y Granada las dos provincias con mayores valores de AWU, aunque con diferencias en el porcentaje entre producción y uso del agua derivadas de su RH.

Gráfico 9: Porcentaje de AWU por producto y provincia



2.3 EL COMERCIO Y LOS FLUJOS DE AGUA ASOCIADOS

2.3.1 COMERCIO DE FRUTAS Y HORTALIZAS

Nuestro sistema exporta unas 2.400 toneladas de productos hortofrutícolas frescos en el año de estudio, lo que representa un porcentaje muy pequeño de la producción. De esta cantidad, las principales exportaciones son el tomate (19%), el pepino (15%), el pimiento (11%) y la fresa (9%). Si nos centramos en los destinos, cabe destacar que prácticamente la totalidad de las exportaciones son enviadas a un país europeo, representando los flujos de salida a otros países de nuestro continente un 98,5%. Por lo que respecta a las importaciones (99 toneladas), los principales productos hortofrutícolas importados por Andalucía son el haba (33,3%), la manzana (13,7%), la cebolla (12,2%) y la judía verde (8,9%). Aunque las principales importaciones provienen de también del entorno europeo (69,8%), hay que destacar otras procedencias como África (13,7%) y Sudamérica (10,2%). Las transacciones con Europa son las más numerosas debido quizá a la Política Agraria Común del viejo continente.

Realizando el análisis por provincias, destacan las exportaciones de Almería (65% de las exportaciones regionales). Las exportaciones del resto de provincias andaluzas no superan el 10% regional, excepto Huelva (12%) debido al alto movimiento de uno de los cuatro productos más exportados, ya comentado: la fresa. Merece la pena destacar que, aunque Andalucía es una región principalmente exportadora de los productos hortofrutícolas estudiados, las únicas provincias exportadoras netas son Almería, Cádiz y Huelva.

Las mayores importadoras son Sevilla (47%), Málaga (15%) y Cádiz (13%) que a su vez coinciden con las provincias con una mayor población (IEA). Llama la atención que Almería, que aun no siendo la mayor productora, es la provincia que recibe una mayor variedad de productos.

2.3.2 FLUJOS DE AGUA VIRTUAL ASOCIADOS

Como comentábamos en el capítulo metodológico, podemos hablar de flujos de agua asociados al comercio, entendiendo por tales, el Agua Virtual (AV) exportada o importada. Los datos de flujos detallados por cultivos, tanto a nivel provincial como por regiones del mundo pueden consultarse en el Anexo.

La región exportó 166 Hm³ de agua virtual asociada con el comercio de los productos estudiados, representando un 30% de AWU. Este hecho contrasta con el bajo porcentaje exportado en volumen. A los flujos de exportación, Almería contribuye en un 53 %; Huelva, en un 13% y Granada y Sevilla, en un 10% cada una. Los principales flujos tenían como destino Europa (98,2%) y están asociados al comercio de tomate (13%), espárrago (8,5%), pimienta (7,9%) y fresa (7,8%) principalmente. Comprobamos que, aunque la procedencia de las principales exportaciones de AV no varía, los porcentajes no se corresponden con los de las exportaciones de los flujos físicos debido a que los requerimientos hídricos son diferentes.

Por su parte, las importaciones de agua virtual ascienden “tan sólo” a 21 Hm³ procedentes principalmente de Europa (58%) Norteamérica (18%) y África (13%). Los flujos están en su mayoría asociados a la almendra (25%), el haba (32%), la manzana (11%) y las judías verdes (10%). Los principales destinos son Sevilla (38%), Córdoba (20,9%) y Almería (11,5%). En este caso, los principales flujos de destino de agua cambian en relación a los flujos físicos, excepto en el caso de Sevilla.

Es importante recordar y resaltar que estamos teniendo en cuenta el AV “real” para la exportación y la “teórica” para la importación. Quizá en Norteamérica, por ejemplo, la producción de almendra pueda suponer una cantidad de agua menor que en Andalucía por las diferencias climáticas y edáficas, así como por la diferente constante del cultivo (K_c) que las diferentes variedades de planta puedan tener; pero si en lugar de importarla de allí, la produjéramos aquí nos podría suponer un mayor consumo de agua que al importar, ahorramos debido a nuestras características territoriales.

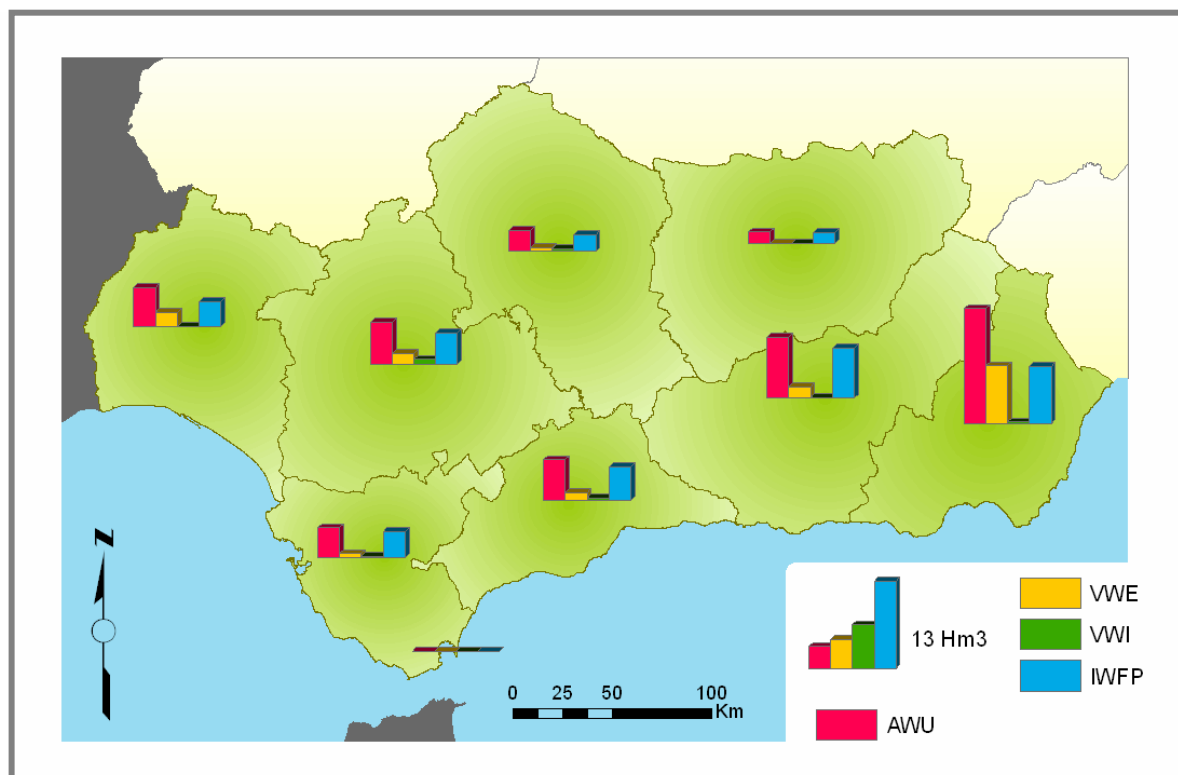
Los flujos netos de importación son negativos para todas las provincias, lo cual quiere decir que el movimiento neto de AV en Andalucía para los productos estudiados es de exportación. Esto significa que la dependencia hídrica, tal y como la definíamos, es cero. De esta manera, nuestro sistema en el año 2004, exportó fuera de las fronteras nacionales más cantidad de agua de la que importó. Dada las condiciones territoriales e hídricas de la región no parece ésta una situación muy razonable. Es importante resaltar también que, dado que no hemos podido tener en cuenta el comercio entre Andalucía y el resto de España debido a las limitaciones estadísticas comentadas, esta importante conclusión podría verse reforzada al incluirse dicho comercio. No obstante, encontramos también una conclusión positiva, derivada de una dependencia hídrica nula (en lo que a estos productos se refiere).

Si nos centramos en el grado de hidratación de los flujos comerciales, comprobamos que en cada tonelada de exportación se exportan 0,07 Hm³ de AV mientras que se introducen 0,21 Hm³ de AV en cada tonelada de importación. La explicación radica en la diferente composición de las exportaciones e importaciones, así como en las diferencias en los valores de la demanda específica de agua de los diferentes productos, directamente dependiente de la intensidad en el uso del agua (CWR) y el suelo (RF).

2.3.3 HUELLA HÍDRICA Y DEPENDENCIA DE LA HUELLA HÍDRICA

Cuando asociamos el agua al territorio, no nos preocupa solamente el valor cuantitativo de los flujos de agua asociados al proceso productivo, sino que es también importante la localización de la procedencia y el destino de los recursos, así como la situación hídrica del territorio en el que se ubican. Un análisis que recoja todas estas variables escapa al objetivo y propósito de este trabajo pero intentaremos ofrecer algunas comparaciones en este sentido para demostrar la importancia que dicha perspectiva puede aportar.

Figura 13: Indicadores AWU, VWE, VWI, IWFP pro provincia



En este sentido, podemos analizar brevemente algunos de los datos ofrecidos por Aquastat (FAO). La figura 13 nos da una idea de la localización regional de los flujos. Hagamos una comparación a nivel global. España³⁴ tiene unos recursos hídricos per cápita (RHPC) que ascienden a 2.707 m³/año y una dependencia hídrica (WD) de 0,269%. La mayor parte de la importación (30%) proviene de Reino Unido, cuyos RHPC y WD son 2.457 m³/año y 1,36% respectivamente. La segunda mayor importación, proviene de Francia (18%), cuyos valores son de 3.355 m³/año y 12,4 %. Le sigue Marruecos (14%), con 919 m³ y sin dato de WD. Es decir, no es importante únicamente el valor cuantitativo del flujo, sino también la procedencia y el destino, ya que nuestros flujos de agua influyen también en los flujos de otros países, a veces, con menos recursos per cápita y con mayor dependencia hídrica.

En nuestro caso de estudio, la huella hídrica interna (ecuación 2.7) asciende a 381 Hm³. Por ende, la huella hídrica de nuestro simplificado sistema económico es de 401 Hm³ de los cuales sólo un 5% proviene de la huella externa. Decimos así que nuestra huella hídrica tiene una dependencia exterior (WFPD) del 5%.

3 FLUJOS MONETARIOS ASOCIADOS

Como hemos comentado anteriormente, los flujos físicos vienen, por lo general, acompañados por flujos monetarios que en última instancia tienen la misma dirección y sentido contrario. Estos intercambios son una parte importante del metabolismo económico.

Nuestro esquema de flujos físicos (figura 12) se adapta ahora para recoger los flujos monetarios y queda transformado según la figura 14. Volvemos a tener los tres sistemas, y en sombreado hemos representado los flujos de agua anteriores, y en blanco, los flujos monetarios en sentido contrario.

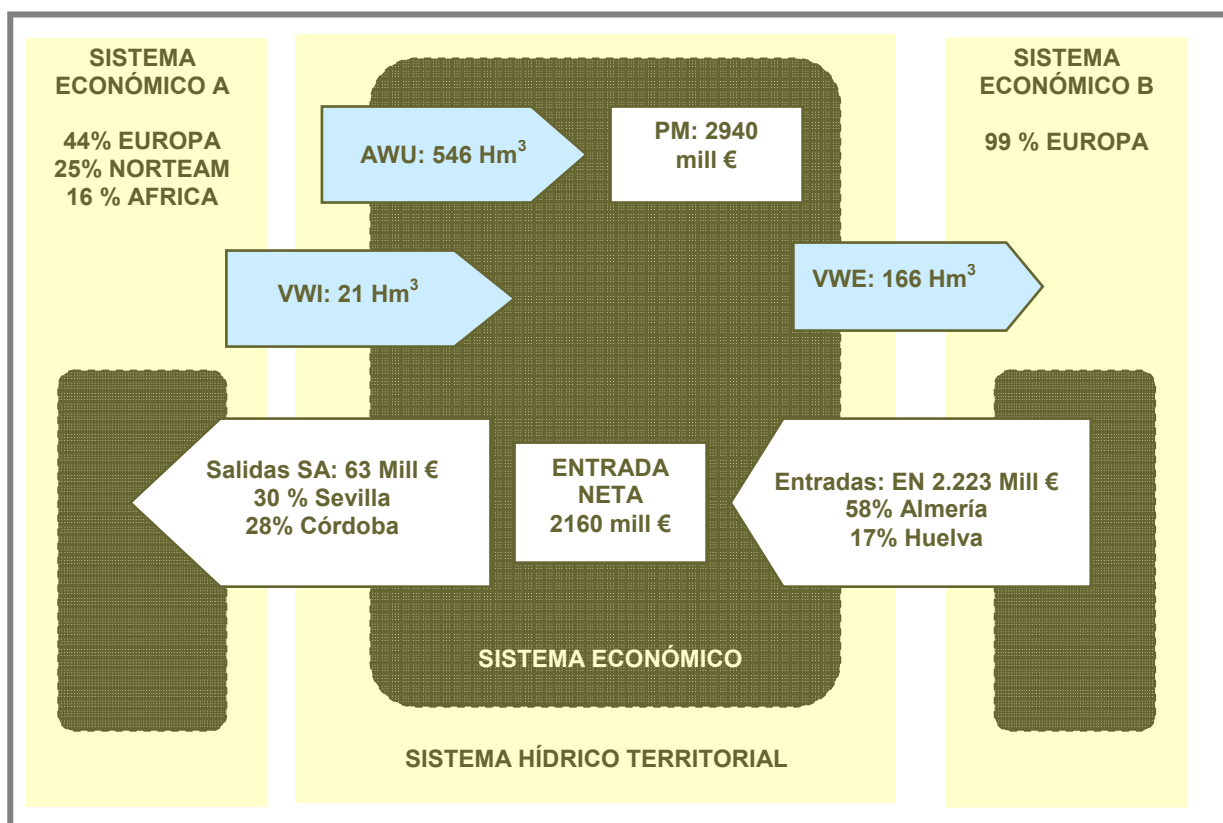
Como podemos ver, la producción monetaria (PM) correspondiente a la AWU asciende a casi 3.000 millones de euros (2.940 mill euros, exactamente). Esta cantidad representa el 2,5% del PIB de la región para 2004; es decir, una pequeña cantidad que no parece justificar el fuerte consumo de agua. De ellos, el 42% proviene de la producción de

³⁴ Se han seleccionado los datos de España para poder comparar con los del resto de países, ya que en la base de datos Aquastat no se puede encontrar el dato por regiones.

Almería, el 13% de Granada y el 12% de Huelva. Por cultivos, el tomate y el pimiento son los que más contribuyen, con un 20% cada uno, seguido de la fresa con un 9%.

La exportación generó unos ingresos que ascienden a 2.223 mill €, provenientes casi en su totalidad de Europa, asociados principalmente al comercio de Tomate (17%), pimiento (16%) y fresa (15%) procedentes, fundamentalmente, de Almería (58%) y Huelva (14%). Si comparamos estos flujos con los flujos de salida de agua, nos encontramos que tanto las principales provincias exportadoras, como sus porcentajes son muy similares. Esto parece lógico teniendo en cuenta que ambos flujos se estiman con la base de exportaciones físicas; sin embargo, se aprecian algunos cambios en los productos, ya que los cultivos que intervenían en mayor medida en los flujos de AV eran tomate, espárrago, pimiento y fresa. Esto podría plantearnos la idea de que el precio de los productos dentro tiene una relación con el consumo de agua, ya que la proporción en que contribuye, por ejemplo, el espárrago al flujo monetario de entrada es menor que la proporción con la que contribuía en los flujos de agua de salida; podríamos decir, pues, que existe alguna desconexión entre ambos flujos.

Figura 14: Representación de los flujos monetarios estudiados, 2004. (Euros corrientes)



Por su lado, la importación de productos generó un flujo de salida de alrededor de 63 millones de euros, provenientes en su mayoría de Sevilla (30%), Córdoba (29%), Málaga (14%) y Almería (13%). Los productos a los que se asocia este flujo son principalmente la almendra (30%), la manzana (16%), las judías verdes (12%) y el aguacate (9%); y su destino, Europa (44%), Norteamérica (24%), África (16%) y Sudamérica (12%). En relación a los flujos de agua, encontramos también diferencias en los cultivos que corroborarían la hipótesis anterior de desacoplamiento entre los flujos. También se observa una diferencia significativa en los porcentajes por regiones debido a las diferencias de los precios en los distintos mercados.

3.1 RENTABILIDAD MONETARIA DEL AGUA

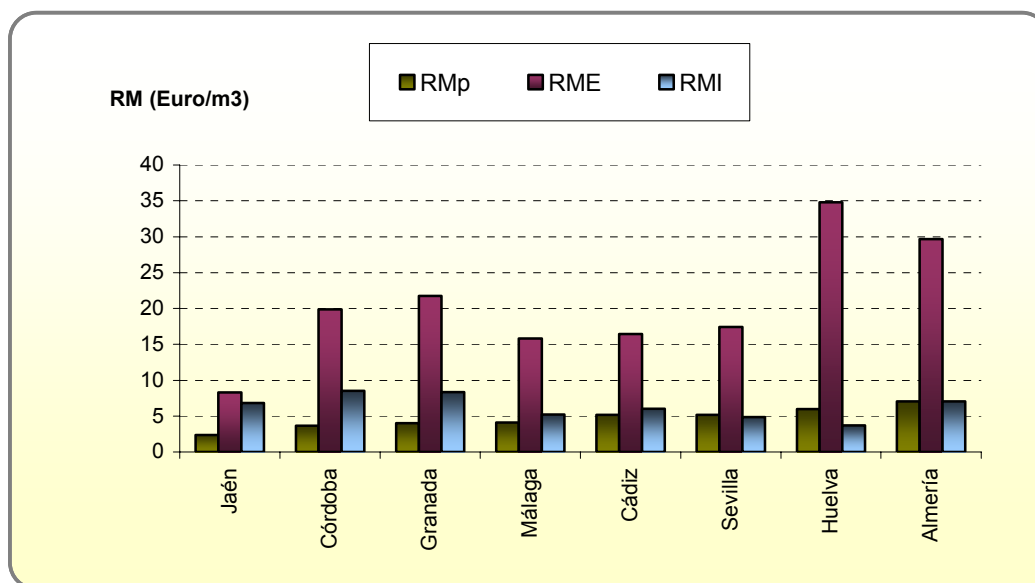
Estimaremos ahora la rentabilidad monetaria (RM) del agua, definida como los euros generados por unidad de agua utilizada. Los valores de rentabilidad monetaria por cultivo, provincia y región para producción, importación y exportación pueden consultarse en el Anexo.

En cuanto a los cultivos, destacan la rentabilidad monetaria de la producción de fresa (17 €/m³) y de pimiento (14 €/m³) seguidos por lechuga, pepino, calabacín y col (10-11€/m³). Por lo que respecta a la rentabilidad de la exportación, los valores varían mucho de un cultivo a otro destacando el pimiento con (29 €/m³) por encima de la fresa (24 €/m³), el pepino (20 €/m³) y el calabacín (20 €/m³). Los valores de rentabilidad monetaria son, por norma general, más bajos para la importación que para la exportación. De aquí podría deducirse que a Andalucía le pagan el agua que exporta de forma virtual más cara de lo que le cuéstele agua de importación. Finalmente, queremos destacar que no parece haber una relación proporcional entre la rentabilidad monetaria RM y los requerimientos de agua CWR o la demanda específica SWD y que en los tres casos de rentabilidad monetaria (producción, exportación e importación), los valores de la alcachofa, que tiene los requerimientos de agua CWR más altos, es la más baja, de tan sólo 1 €/m³.

Por provincias, son Almería y Huelva las que tienen una RMP media provincial mayor con 7 y 6 €/m³, respectivamente. El gráfico 10 muestra la diferencia entre las rentabilidades de producción (RMP) e importación (RMI), que están en el mismo rango, y la de exportación, que alcanza valores hasta cuatro veces mayor. Estos resultados parecen indicar que los

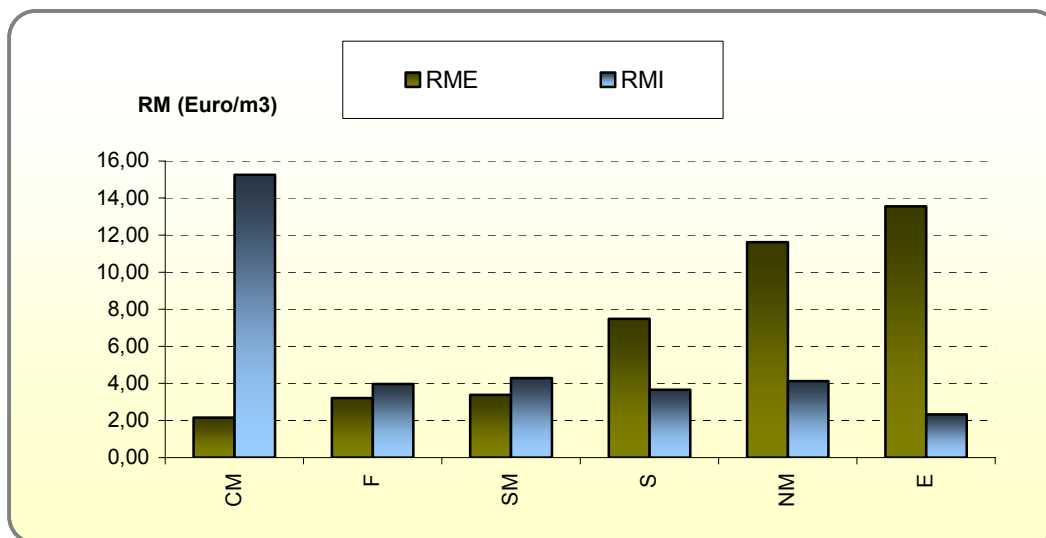
flujos de agua destinados a la exportación alcanzan una alta rentabilidad, muy por encima de los de importación³⁵.

Gráfico 10: Comparación de la Rentabilidad Monetaria de la producción (RMP), de la Exportación (RME) y de la Importación (RMI) por provincia Datos proporcionados por el programa



El comercio por regiones nos da una sorpresa. Las rentabilidades no son tan altas como al estudiarla por provincias y, además, son más heterogéneas, como podemos ver en el gráfico 11. Resulta extraño que parece haber una tendencia inversa. Es decir que la RHE (Europa y Norteamérica) de las regiones a donde exportamos el agua es mayor que la RHI y viceversa.

³⁵ Sería conveniente analizar los precios de los productos en el mercado internacional y profundizar en las posibles diferencias entre los precios a los que se estaba exportando e importando en el año de referencia, para así poder dar argumentos más sólidos en esta explicación. No obstante, se estudiará como futuros trabajos.

Gráfico 11: Comparación de la RM en producción y comercio por regiones

4 A MODO DE RECAPITULACIÓN

Hemos hablado de diferentes indicadores y flujos y sus valores para diferentes provincias, regiones y cultivos. Para hacer un resumen, presentamos en las tablas 6 y 7 los resultados más significativos del estudio realizado.

Resumiendo, podríamos decir que a pesar de que Almería es la provincia andaluza que más productivamente utiliza el agua (RH) y la que mayor rentabilidad monetaria obtiene de los flujos de agua asociados a la producción (RMP), argumentos utilizados para justificar la producción intensiva en agua que allí se genera, es también la que la utiliza con mayor intensidad (CWR) y el mayor consumo real (AWU). El caso de Almería parece ser el caso más extremo, que contrasta directamente con el de Jaén, donde se localizan mayoritariamente zonas de regadío para olivo dotados, con agua superficial regadas por goteo, dejando en medio un amplio abanico de posibilidades.

Tabla 6: Resumen de Indicadores de flujos hídricos y monetarios asociados a la producción

INDICADOR PRODUCCIÓN	SIGNIFICADO	PROV MAYOR	PROV MENOR	CULT MAYOR	CULT MENOR
CWR (m ³ /Ha)	Intensidad en uso del agua	Almería	Cádiz	Alcachofa	Lechuga
RH (ton/m ³)	Productividad física del agua	Almería	No determinado	Lechuga	Almendra
RF (ton/ Ha)	Intensidad en el uso del suelo	Almería y Cádiz	Jaén y Granada	Zanahoria y tomate	Almendra y cereza
AWU (Hm ³)	Consumo real	Almería	Jaén	Naranja y tomate	Albaricoque
RMP (€/m ³)	Productividad monetaria del agua de la producción	Almería	Jaén	Fresa, pepino y tomate	Alcachofa

Tabla 7: Resumen de Indicadores de flujos hídricos y monetarios asociados al comercio

INDICADOR COMERCIO	SIGNIFICADO	PROV/REGION MAYOR	PROV/REGIÓN MENOR	CULT MAYOR	CULT MENOR
VWI (Hm ³)	Dependencia exterior	Sevilla	Jaén	Habas y almendras	Lechuga y limón
IWFP (Hm ³)	Dependencia Interior	Almería y Granada	Jaén	Naranja y tomate	Limón y Albaricoque
WFP (Hm ³)	Dependencia Hídrica global	Almería y Córdoba	Jaén	Naranja y tomate	Limón
RME (€/m ³)	Rentabilidad monetaria de los flujos de agua asociados a exportación	Huelva	Jaén	Fresa	Almendra
RMI(€/m ³)	Rentabilidad monetaria de los flujos de agua asociados a importación	Europa	Centroamérica	Lechuga	Haba y Alcachofa

En cuanto al comercio, Sevilla es la provincia más dependiente de los flujos de agua que provienen del exterior y Almería y Granada, las que más dependen del agua territorial. Siendo la fresa de Huelva el producto cuya agua asociada resulta más rentable exportar y el haba de Centroamérica la que resulta más rentable importar.

5 ANÁLISIS ESPACIAL

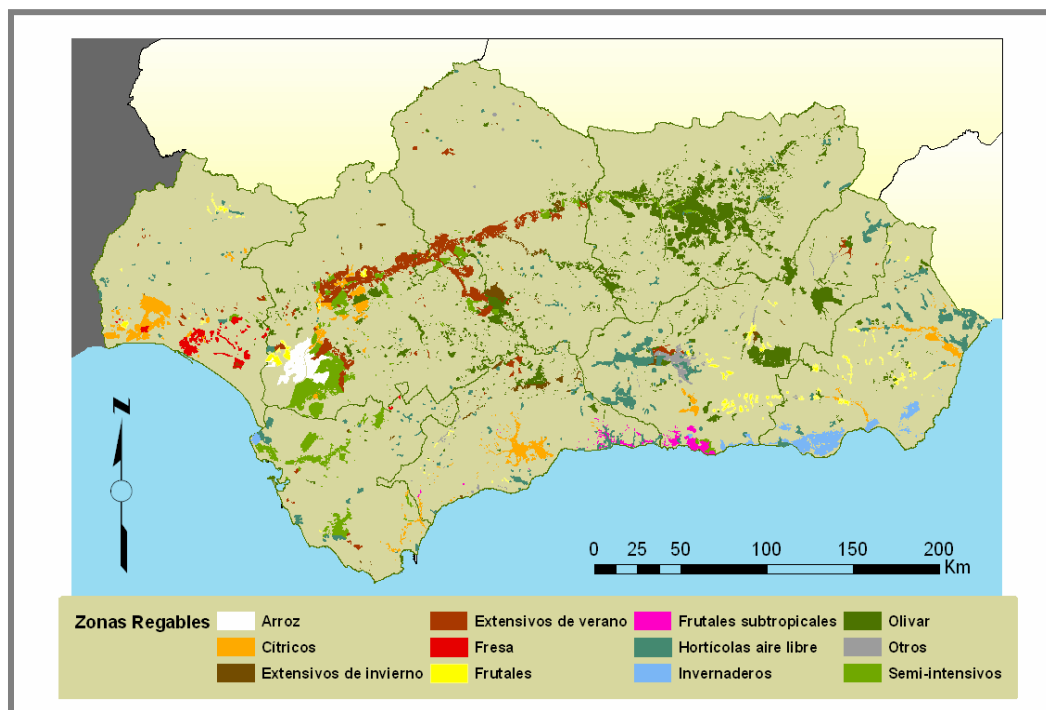
A la luz de los resultados anteriores, y pese a la simplicidad del caso de estudio elegido, hemos obtenido una serie de conclusiones que nos enfrentan con un sistema complejo, basado en variables no programables, como el clima y con diferentes gradientes en el espacio y el tiempo. Como hemos comentado al principio del capítulo, no es nuestro propósito cuantificar exactamente estos flujos, un trabajo más típico de la Ecología Industrial que de la Economía Ecológica; por el contrario, nos hemos preocupado más en realizar el análisis diseñado para ser desarrollado con SIG y que no ha podido llevarse a cabo en estos momentos debido a la falta de la información necesaria con los medios de que se disponía. Sin embargo, sí hemos podido conseguir alguna información útil para un estudio con SIG y es la que desarrollamos a continuación. Utilizando esta herramienta, analizaremos la localización y el significado de las conclusiones a las que hemos llegado anteriormente.

5.1 LA LOCALIZACIÓN DE LOS CULTIVOS

Comencemos por ponerle una localización a nuestro análisis. La figura 15 muestra la localización de las zonas regables: Como podemos ver, los cultivos están clasificados en diferentes grupos, representados en el mapa por diferentes colores. Vemos la localización de cítricos en Huelva, Málaga, Sevilla, Granada y Almería, así como la mancha azul en la costa almeriense que destaca la localización de los invernaderos. También podemos comprobar que la mayor parte del suelo regable de Jaén está ocupado por Olivo y que en la vega del Guadalquivir se cultivan hortalizas en régimen semi-intensivo.

Comentábamos que Almería estaba especializada en hortalizas de invernadero y que Granada lo estaba en frutas subtropicales y de clima templado. Observando el mapa anterior, puede apreciarse que ambos cultivos se localizan en la costa, con los problemas hídricos para los acuíferos que ello genera.

**Figura 15: Distribución de las zonas regables de Andalucía
Basado en datos del Inventario Andaluz de regadíos**

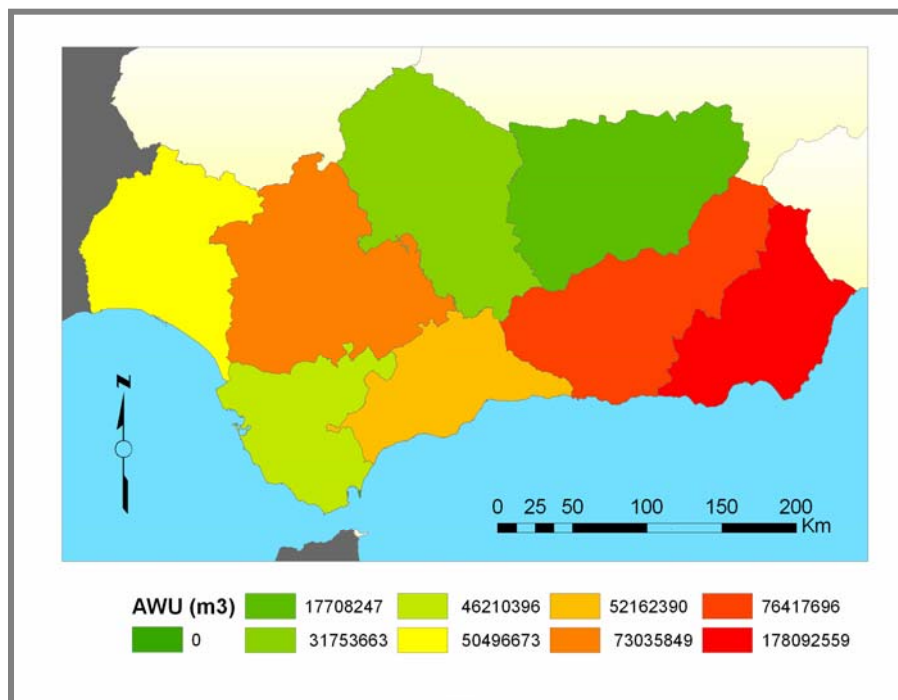


Si comparamos el mapa de la figura 15 con los de los mapas de temperaturas medias y precipitaciones y ET_0 (figuras 7 y 8 del capítulo II), vemos que la mayor parte de las zonas regables están localizadas en las áreas de mayor ET_0 y temperatura media, coincidiendo, al mismo tiempo, con las de menor precipitación anual. Lo cual demuestra la relevancia de considerar las especificaciones territoriales al realizar un análisis de flujos hídricos y monetarios como el propuesto.

5.2 EL CONSUMO DE AGUA

La figura 16 nos muestra el AWU por provincias de una forma mucho más gráfica que el análisis realizado anteriormente.

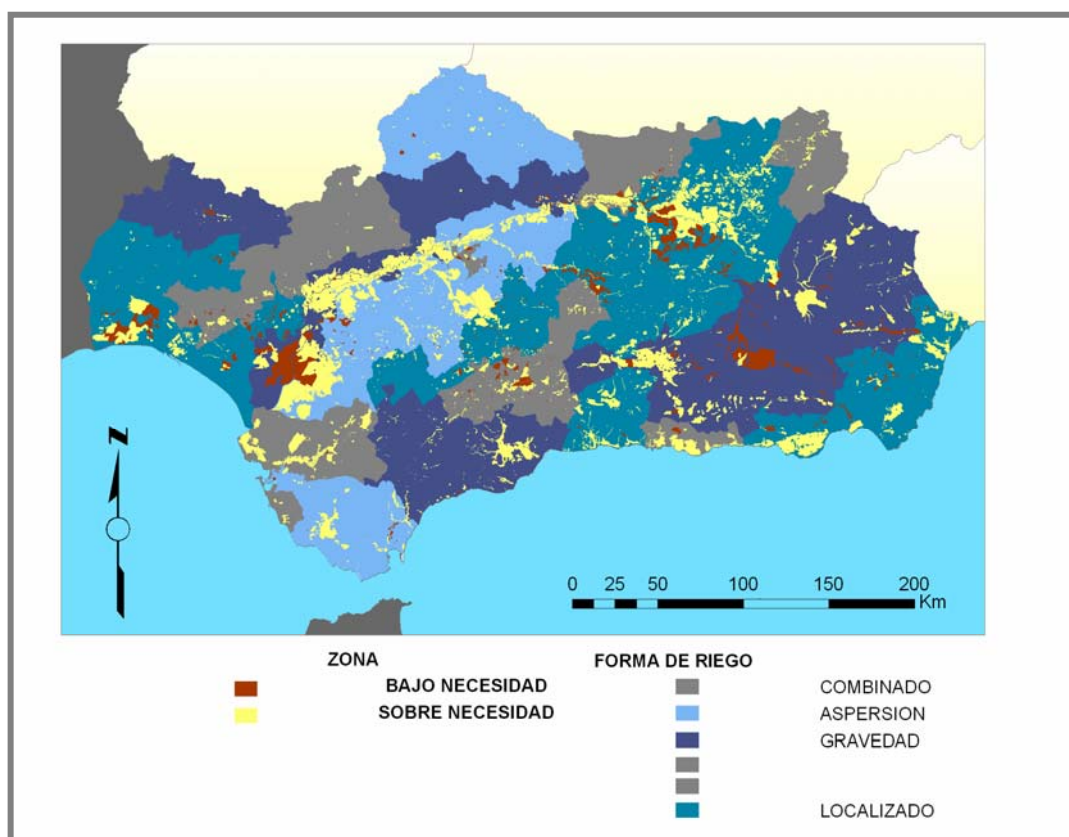
Figura 16: AWU por provincia



Como hemos visto, gran parte de la responsabilidad de que estos flujos alcancen valores tan altos en la zona oriental de la región recae sobre los factores climáticos, así como en la intensidad con la que se produce en estas zonas. Ahora incluiremos un nuevo factor: el tipo de riego. El mapa de la figura 17 presenta las zonas regables y las comarcas que han sido clasificadas atendiendo a su sistema de riego (localizado, por aspersión, por gravedad o combinado). Las zonas regables han sido clasificadas en función de la diferencia entre su consumo y sus necesidades hídricas, entendiendo por el primero el agua realmente consumida y por el segundo, la estimación de requerimientos.

Llama la atención que la mayor parte de las zonas regables están consumiendo agua por encima de sus necesidades. No es extraño que esto se produzca en la vega del Guadalquivir, donde los tipos de riego predominantes son el riego por gravedad y por aspersión. Pero llama poderosamente la atención que esto mismo se esté produciendo en los cultivos de fresa de Huelva (cultivada bajo plástico, aunque en sustrato de arena, altamente consumidor de agua), y los invernaderos de Almería y Granada. Vemos, pues, que la forma de riego es también determinante en el consumo AWU.

Figura 17: Tipo de riego por comarca y riego en exceso por zonas
Basado en datos del Inventario de regadíos de Andalucía



Por ello, y retomamos ahora la importancia de la que hablábamos en el marco conceptual de este trabajo, es fundamental disponer de un marco institucional acorde con las necesidades territoriales de las zonas de producción. Hay que decir que Andalucía está haciendo un ímprobo esfuerzo por modernizar las técnicas de riego de la agricultura regional, pero aún queda un largo camino por andar en este sentido. Por otra parte, y en relación con ese marco institucional del que hablamos, es importante recalcar que no todo hay que dejarlo en manos de la técnica pues, como hemos podido demostrar en este trabajo, hay zonas en las que el riego está completamente modernizado (como el caso de Almería), y la rentabilidad hídrica es alta pero, dadas las condiciones territoriales, se desaconseja el cultivo de determinados productos por su elevado consumo de agua en términos absolutos. De esta manera, el marco institucional alcanza una relevancia especial, tanto en su posibilidad para determinar la tecnificación de los medios de producción como para determinar la producción misma.

VI CONCLUSIONES

“El problema consiste en que enseñados y acostumbrados a pensar bajo las premisas dominantes, dar el paso de atreverse a pensar bajo las premisas alternativas no es nada fácil. Primero porque es más cómodo seguir con la rutina habitual y segundo porque, en el fondo, no sabemos cómo pensar bajo las nuevas premisas ya que esto exige dejar de ser sólo economistas o sólo sociólogos o sólo... lo que sea, es decir exige romper las barreras departa-mentales y disciplinares para pensar en términos trans-diciplinares, algo que supone, además de un atrevido reto intelectual, un reto a los intereses académicos establecidos”

Aguilera, 1996, 9.

1 CONCLUSIONES CONCEPTUALES Y METODOLÓGICAS

1.1 SOBRE LA LÍNEA DE PENSAMIENTO EN LA QUE SE INCLUYE EL TRABAJO

Como hemos podido constatar a lo largo de la realización de este trabajo, la visión neoclásica de la Economía analiza la realidad reduciéndola a valores monetarios, ignorando todos los demás factores que caracterizan la complejidad de lo real. Entendemos que la Economía Ecológica (frente a la Economía Ambiental derivada de dicha visión neoclásica) que analiza, entre otras dimensiones, los aspectos físicos, territoriales e institucionales de la Economía, parece una óptica mucho más acertada para la gestión del agua entendida como un activo ecosocial.

1.2 SOBRE LA IMPORTANCIA DE CONSIDERAR LOS FLUJOS DE AGUA Y EL METABOLISMO HÍDRICO

El estudio de los flujos físicos nos permite averiguar el impacto que una economía tiene sobre el medio a escala global. Sin embargo, los análisis realizados hasta la fecha sobre flujos de materiales han excluido los flujos de agua, o le han dado un tratamiento secundario comparado con la relevancia que tienen para el mantenimiento de la vida y para el propio sistema económico. Las peculiares características del agua, tanto por el rango de sus flujos como por la territorialidad y la temporalidad que caracterizan su disponibilidad, hacen interesante la propuesta de su consideración mediante lo que hemos denominado Metabolismo Hídrico, como una exploración que, partiendo de la misma base que el metabolismo socioeconómico, presentamos como diferente. Con este fin, la contabilidad de flujos de agua parece una potente herramienta. Estando su predecesora, la contabilidad de flujos de materiales, suficientemente aceptada a nivel académico y administrativo, parece razonable proponer un estudio de este tipo. Sin embargo, y aunque actualmente los sistemas de contabilidad comienzan a incluir los flujos físicos, la disponibilidad de datos así como la forma en la que éstos se estructuran es aún insuficiente para un correcto estudio del metabolismo hídrico.

1.3 **SOBRE EL CONCEPTO DE AGUA VIRTUAL**

El concepto de agua virtual, entendida como el agua necesaria para producir un bien o servicio y que adquiere toda su relevancia al relacionarlo con el comercio, está adquiriendo un mayor impacto con el paso del tiempo. A nivel global, la toma de conciencia de que existe un agua virtual que es transportada junto con los productos, puede ayudar a sustituir otras acciones mucho más complejas y costosas que quedan enmarcadas en la Vieja Cultura del Agua. La transferencia física de agua entre grandes distancias es algo prácticamente inalcanzable debido, entre otros motivos, a los volúmenes de agua que sería necesario transportar. Además, esta propuesta seguiría la línea de ruptura de los ciclos naturales que desestabiliza el sistema natural global. En este sentido, podemos decir que el uso del concepto de agua virtual, a nivel global y regional, podría contribuir a alcanzar un equilibrio en el reparto de los recursos, sin la necesidad de transportar agua de forma física, y obteniéndose una distribución algo más justa y solidaria de los recursos del planeta.

1.4 **SOBRE LA CONSIDERACIÓN DEL AGUA VIRTUAL EN LA TOMA DE DECISIONES A NIVEL GLOBAL**

Sin embargo, la inclusión de los flujos de agua virtual como una herramienta para el ahorro de agua mediante su importación a nivel global, entraña una serie de peligros, en cuanto a la especialización productiva y comercial y en cuanto a la dependencia alimentaria, que es conveniente no olvidar. Una especialización intensiva en busca del crecimiento económico, tal como lo entiende la economía neoclásica, puede llevar a una región a una situación de intercambio social y ecológicamente desigual. Sin embargo, la política de aguas podría verse enriquecida si se trasladan a ella todas las implicaciones -sociales, ambientales, económicas e institucionales- que tiene la consideración del agua virtual como un recurso estratégico. Un análisis del metabolismo hídrico puede ayudarnos en este sentido, especialmente, los indicadores globales de Dependencia Hídrica (WD), Huella Hídrica Externa (EWFP) e Interna (IWFP) y Grado de Hidratación de los Flujos Comerciales (GH).

Sobre la consideración del agua virtual en la toma de decisiones regionales

A nivel regional, el conocimiento de la existencia del intercambio de agua virtual asociada al comercio de bienes puede ser utilizado para incentivar la mejora del uso del agua y una ordenación del territorio acorde a los recursos disponibles. El acercamiento del

concepto de Huella Hídrica a la población puede contribuir a la toma de conciencia del impacto que genera la sociedad sobre los escasos recursos hídricos. El estudio con una variable geográfica y temporal de la demanda de agua mediante los indicadores relativos -tales como el Requerimiento de Agua del Cultivo (CWR), la Rentabilidad Hídrica (RH) y Física (RF)- y absolutos -como el Uso Territorial del Agua (AWU)- y su comparación con la disponibilidad del recurso, puede contribuir a una mejor planificación territorial.

Una mejor calidad ambiental supone que una economía se independiza del uso de recursos, pero esta teoría no ha sido constatada en su versión “fuerte” para los materiales. El estudio de la “deshidratación” de una economía podría resultar interesante al incluir la variable temporal en el análisis del metabolismo hídrico. El concepto de huella hídrica permitiría de esta manera comprobar si hay una “deshidratación” o un “trasvase de impacto”.

1.5 SOBRE LA NECESIDAD DE ESCAPAR AL REDUCCIONISMO

El afán por escapar del reduccionismo monetario puede hacernos caer en un reduccionismo físico. Habiendo expuesto los peligros del agua virtual como recurso global, no podemos cerrarnos a un análisis tan estanco. El estudio de, por un lado, los flujos monetarios asociados a los flujos físicos y, por otro, del marco institucional y los sistemas de valores asociados a él puede contribuir a la comprensión de la situación en la que la gestión del recurso se encuentra.

2 CONCLUSIONES SOBRE EL CASO DE ESTUDIO

2.1 SOBRE EL CONSUMO DE AGUA

La comparación entre recursos hídricos y usos del agua determina la existencia de un balance hídrico global deficitario en Andalucía -donde se alcanza uno de los mayores índices de aridez de Europa-. Sin embargo, la región es la de mayor producción agrícola de España, actividad que supone alrededor del 80% del consumo de agua regional.

2.2 SOBRE LA ESPECIALIZACIÓN PRODUCTIVA

La especialización agraria de Andalucía radica en la producción de frutas y hortalizas, cuyo cultivo se encuentra fuertemente concentrado en las zonas más áridas de la región, Almería y Granada, cuya situación hídrica hace que la mayor parte de los recursos hídricos utilizados sean subterráneos, provocando graves problemas de salinización (por intrusión) y agotamiento de los acuíferos afectados.

2.3 SOBRE EL COMERCIO

Andalucía es una región exportadora neta de todas las frutas y hortalizas recogidas en este estudio. Entre los flujos comerciales y la producción hortofrutícola hay cierta coherencia, ya que los cultivos más representativos en cuanto a producción son, al mismo tiempo, los más exportados (tomate, pepino y pimiento). Siendo el tomate el producto que más se produce y se exporta, no es de extrañar que las necesidades hídricas de este cultivo para el total de la región representen un porcentaje elevado, aunque su rentabilidad monetaria e hídrica se vea superada por otros cultivos con un menor peso relativo en la producción regional.

2.4 SOBRE EL USO DEL AGUA EN LA PRODUCCIÓN

Se observa que los indicadores de uso de agua por productos y provincias denotan un buen aprovechamiento del agua en términos relativos, especialmente en las provincias más intensivas. Sin embargo, los flujos absolutos revelan un uso irresponsable del agua.

2.5 SOBRE LOS FLUJOS DE AGUA ASOCIADOS AL COMERCIO

Los volúmenes estimados para los flujos de agua virtual asociados al comercio son realmente significativos, y su importancia puede ser aún mayor al recordar que los flujos de transporte interior así como los consumos de agua del transporte, no han sido incluidos.

En el sistema estudiado, las exportaciones de agua virtual alcanzan el 30% del uso de agua. A nivel provincial, es en Almería, la provincia más árida, donde se genera el mayor flujo neto de salida de agua virtual, así como el mayor consumo de agua. Si nos centramos en los destinos, cabe destacar que prácticamente la totalidad de las exportaciones son

enviadas a un país europeo, debido quizá a que la apertura a este mercado supuso para la agricultura andaluza una base para el comienzo de la intensificación que aún permanece. Por su parte, las importaciones contribuyen a aumentar los recursos en una baja tasa. Aunque la procedencia es más diversa, el origen predominante sigue siendo Europa.

Mientras que las exportaciones de productos y el AV guardan cierta relación en cuanto a la procedencia de los mismos, para las importaciones, los principales destinos cambian según hablemos de la importación de productos o agua. Los cambios en los porcentajes de comercio, dependiendo de si nos referimos al comercio de bienes o de agua, se basan en las diferencias de requerimientos por parte de los distintos cultivos en las diferentes zonas.

El balance comercial del agua virtual en nuestro sistema es positivo, ya que en el año 2004 se exportó fuera de las fronteras nacionales más cantidad de agua de la que se importó. A pesar de tratarse de un balance positivo, y dadas las condiciones territoriales e hídricas de la región, ésta no parece una situación muy razonable. No obstante, encontramos también una conclusión positiva, derivada de una dependencia hídrica nula del comercio exterior de agua (en lo que a estos productos se refiere). No obstante, la “hidratación” de los flujos comerciales en términos relativos nos revela que la región importa más AV por tonelada de la que exporta, pareciendo ésta una opción acorde a la situación hídrica.

Tanto en la relación entre uso relativo del agua y uso total, como en la relación entre la hidratación de los flujos comerciales y los flujos netos, observamos de nuevo que los indicadores relativos nos ofrecen una conclusión de buen aprovechamiento del agua mientras que los usos y flujos en valor absoluto nos advierten de la sobreexplotación del recurso en las zonas donde es más escaso. El caso de Almería parece ser el caso más extremo, que contrasta directamente con el de Jaén, donde se localizan mayoritariamente zonas de regadío para olivo dotados con agua superficial regadas por goteo, dejando en medio un amplio abanico de posibilidades.

2.6 SOBRE LOS FLUJOS MONETARIOS

La producción monetaria correspondiente a la AWU representa una pequeña cantidad del PIB (2,5%) que no parece justificar el fuerte consumo de agua del 12% de los recursos totales de la región (ese 12% es consumido únicamente por los 31 productos de

frutas y hortalizas aquí analizados). En muchos casos, la proporción con la que el producto o la provincia contribuye al uso del agua no concuerda con su contribución monetaria, detectando, pues, que existe algún tipo de desconexión entre ambos flujos en la que sería interesante profundizar. Por otro lado, la rentabilidad monetaria de la exportación de AV es mucho mayor que la de la importación.

2.7 SOBRE LOS SISTEMAS DE RIEGO

Los sistemas de riego tienen una media de edad elevada, siendo la mayoría aún de “riego por gravedad”. Las estimaciones de diferencia entre las necesidades hídricas y el consumo de agua nos confirman que la mayor parte de las zonas regadas lo hacen por encima de sus requerimientos. Esto no sólo sucede para el caso del riego por gravedad, siendo significativo que también ocurra en Granada y Almería, donde se utiliza el riego por goteo. Es importante recordar que los sistemas de riego están condicionados, no únicamente por los avances de la técnica, sino también, y fundamentalmente, por el marco institucional.

2.8 SOBRE LAS DEFICIENCIAS DE LOS DATOS Y LA POSIBILIDAD DE UN ANÁLISIS AJUSTADO A LA REALIDAD

Entendemos necesario hacer una llamada de atención a la necesidad de generar nuevos y mejores datos de base sobre la realidad hídrica. Sin ellos es imposible realizar un estudio de caso que se ajuste a la realidad y que sus conclusiones pudieran orientar en la toma de decisiones. Dado que los datos disponibles en la actualidad dejan mucho que desear, el estudio de caso aquí realizado ha pretendido únicamente ser un ejercicio teórico con la idea de poner de relieve la potencialidad del metabolismo hídrico y del agua virtual como marco conceptual e indicador hídrico, respectivamente. Debido a dicha debilidad, las conclusiones que se derivan han no se pueden considerar susceptibles de ser llevadas a la toma de decisiones.

3 CONCLUSIONES SOBRE EL MARCO INSTITUCIONAL

3.1 SOBRE LA IMPORTANCIA DEL MARCO INSTITUCIONAL Y DE LOS VALORES

El análisis cualitativo de los indicadores asociados a los flujos del metabolismo hídrico puede darnos una idea de cómo funcionan las relaciones entre el sistema económico y el agua. Entendemos fundamental no quedarse en el mero análisis cuantitativo de los resultados, sino enmarcarlos éstos en su contexto institucional y en los valores que subyacen a los mismos. Muchas veces, en éstos y no aquellos resultados cuantitativos, puede estar la clave y la interpretación de una determinada realidad.

Se refuerza así la importancia de la que hablábamos en el marco conceptual de este trabajo, de disponer de un marco institucional acorde con las necesidades territoriales de las zonas de producción. No es sólo una cuestión de desarrollo de la tecnología y de la economía de la zona en grado suficiente para poder adquirir la primera en el comercio –hay zonas donde el riego está totalmente modernizado- sino en el cambio hacia los valores asociados al recurso y su gestión que nos lleven hacia esa Nueva Cultura del Agua.

3.2 SOBRE LA DESCONEXIÓN ENTRE INSTITUCIONES

La intensificación en el uso del suelo y del agua, fruto del proceso histórico de gestión del desarrollo experimentado por la región, ha posibilitado la supervivencia de zonas rurales mediante la creación de regadíos. Sin embargo, esta estructura productiva no se corresponde con los usos potenciales del suelo y sus recursos hídricos, lo cual denota un problema de acoplamiento entre las instituciones “gestión del desarrollo” y “gestión del agua” y la disponibilidad de los recursos. Un claro ejemplo es el comentado aumento de la superficie de regadío registrada en los años posteriores a una importante sequía en el período (1990-1995), pudiendo ésto demostrar la poca consideración de los recursos hídricos que se reflejaba en la planificación agrícola.

REFERENCIAS

1. BIBLIOGRAFÍA

- AGUILERA F. (1994). "Agua, economía y medio ambiente: interdependencias físicas y la necesidad de nuevos conceptos". *Revista de Estudios Agrosociales* (167):113-130.
- AGUILERA, F. (1995). "El agua como activo económico, social y ambiental". *El Campo* (132): 15-27.
- AGUILERA, F. (1996). "La Economía Ecológica como un sistema diferente de conocimiento". <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n8/afagu2.html>. Recuperado en Julio 2007.
- AGUILERA, F. (2001). "Economía del Agua: algunas cuestiones ignoradas mucho antes del nuevo milenio". En Ribot L., Baldeón J., y Villares R. (eds.) *Año 1000, Año 2000. Dos milenios en la historia de España. España Nuevo Milenio*. Madrid. 2001.
- ALCÁNTARA, V. (2003). Propuesta de cuentas ambientales para Catalunya. Institut d'Estadística de Catalunya (Idescat), en Taules input-output de Catalunya 2001. Extensions del marc central de la comptabilitat nacional. <http://www.idescat.net/>
- ALLAN, J.A (1998). "Virtual water: a strategic resource. Global solutions to regional deficits". *Groundwater* (36) 4: 545-546.
- ALLAN, JA. (1999). *A convenient solution*. "UNESCO the courier". Febrero 1999.
- ALLAN, J. A. (2001): *The Middle East water question: Hydropolitics and the global economy*. I.B. Tauris, Londres.
- ANALISTAS ECONÓMICOS DE ANDALUCÍA (2005): *Informe Anual del Sector Agrario en Andalucía 2004*. Fundación Unicaja. Málaga.
- ARACIL, M.J. (1996): "La propiedad y gestión privadas del agua ¿Una solución alternativa viable?" *Actualidad Económica*, enero: 69-72.
- BRINGEZU, S. ET AL (2004). "International comparison of resource use and its relation to economic growth: The development of total material requirement, direct material inputs and hidden flows and the structure of TMR". *Ecological Economics* 51: 97– 124
- CARPINTERO, O. (2005). *El Metabolismo de la Economía Española (1955-2000)*. Fundación César Manrique, Madrid.
- CHAPAGAIN, A.K.; HOEKSTRA, A.Y. (2003a). "The water needed to have the Dutch drink coffee". *Value of Water Research Report Series* (14). IHE, Delft, Holanda.
- CHAPAGAIN, A.K.; HOEKSTRA, A.Y. (2003b). "The water needed to have the Dutch drink tea". *Value of Water Research Report Series* (15). IHE, Delft, Holanda.

- CHAPAGAIN, A.K.; HOEKSTRA, A.Y.; SAVENIJE, H.H.G; GAUTAM, R. (2006a). "The water footprint of cotton consumption: an assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries". *Ecological Economics* 60: 186-203.
- CHAPAGAIN, A.K.; HOEKSTRA, A.Y.; SAVENIJE, H.H.G. (2006b). "Water saving through international trade of agricultural products". *Hydrology and Earth system Sciences* 10: 445-468.
- CLARKE, D. (1998). "CropWat for Windows. User guide". Institute for Irrigation and Development Studies. Southampton University.
- COROMINAS MASIP, J (2003): "Hacia una nueva política de Aguas en Andalucía". *La directiva marco del agua: realidades y futuros. III Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua*. Fundación Nueva Cultura del Agua; Zaragoza.
- DALY, H. (1993). "The perils of free trade: economist routinely ignore its hidden costs to the environment and the community". *Scientific American*, 269 (5): 24-29.
- DALY, H. (1994). "Against free trade: Neoclassical and steady-state perspectives" Documento preparado para la conferencia "Trade and environment". Pacific Basin Research Center, JFK School of Government, Harvard University.
- DALY, H. (1997). "Reconciling internal and external policies for sustainable development" en: Dragun, A, Jakobsson, K (Ed) *Sustainability and global environmental policy*. Edward Elgar, Reino Unido.
- DANIELS, P.L.; MOORE, S. (2002). "Approaches for quantifying the metabolism of physical economies. Part I". *Journal of Industrial Ecology* 5 (4): 69-93.
- De By (2004) (ed). *Principles of Geographic Information Systems*. ITC Educational Textbook Series 1. International Institute for Geo-Information Science and Observation (ITC). Enschede. Países Bajos.
- DELGADO, M.; ARAGÓN, M.A. (2006). "Los campos andaluces en la globalización. Almería y Huelva, fábricas de hortalizas." En Etxezarreta, M. (Coord) *La evolución de la agricultura española a principios del siglo XXI*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- DIETZENBAHER, E.; VELÁZQUEZ, E. (2007). "Analysing Andalusia virtual water trade in an input-output framework. *Regional Studies*, 41 (2): 185.
- EDWARDS, S. (1993). "Openness trade liberalization and growth in developing countries" *Journal of Economic Literature*, 31: 1358-1393.

- EUROSTAT (ED). (2001). *Economy-wide material flow accounts and derived indicators: A methodological guide*. Eurostat, Luxembourg.
- FISHEON, G. (ed.) (1989). "Economic cooperation in the Middle East, Westview Special Studies on the Middle East". *International Journal of Water Resources Development* 11.
- FRAITURE, C.; CAI, X.; AMARASINGHE, U.; ROSEGRANT, M.; MOLDEN, D. (2004). "Does international cereal trade save water? The impact of virtual water trade on global water use". *Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*, Research Report 4. International Water Management Institute.
- FOSTER, J.B. (2002). *Ecology against Capitalism*, Monthly Review Press, New York
- GLEICK, P.H. (1993). *Water in crisis: A guide to the world's fresh water resources*. Oxford University Press, Oxford.
- GUAN, D.; HUBACEK, K. (2007). "Assesment of regional trade and virtual water flows in China". *Ecological Economics*, 61: 159-170.
- HOEKSTRA, A.Y. (2003a). "Virtual Water. An Introduction". *In Hoekstra (2003b)*
- HOEKSTRA, A.Y.; (2003b) (ed). "Virtual Water Trade. Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual water Trade". *Value of Water Research Report Series* (12). IHE, Delft, Holanda.
- HOEKSTRA, A.Y.; CHAPAGAIN, A.K. (2004). "Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern". *Value of Water Research Report Series* (16). Vol. I. IHE, Delft, Holanda.
- HOEKSTRA, A.Y.; CHAPAGAIN, A.K. (2007). "Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern". *Water resource management* , 21: 35-48
- HOEKSTRA, A.Y.; HUNG, P.Q. (2002). "Virtual Water Trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to internacional crop trade". *Value of Water Research Report Series* (11). IHE, Delft, Holanda.
- HOEKSTRA, A.Y.; HUNG, P.Q. (2005). "Globalisation of water resources: international virtual water flow in relation to crop trade". *Global Environmental Change* 15: 45-56.
- KAPP, K. W. (1978) "El carácter de sistema abierto de la economía y sus implicaciones". En Dopfer K. (Ed.) *La economía del futuro*. FCE. México.
- MATTHEWS, E.; AMANN, C; BRINGEZU, C; FISHER-KOWALSKY, M; HÜTTLER, W; KLEIJN, R; MORIGUCHI, Y; OTTKE, C; RODEMBURG, E; ROGICH, D; SCHLANZ, H; SCHÜTZ, H; VARN DER VOET, E; WEISZ H (2000). "The weight of Nations. Material outflows from industrial economies". World Resources Institute. Washington.

- MARGALEF, R. (1992). *Planeta Azul, Planeta Verde*. Biblioteca Scientific American, Prensa Científica S.A. Barcelona.
- MARTÍNEZ-ALIER, J.; ROCA, J. (2001). *Economía Ecológica y Política Ambiental*. Fondo de Cultura Económica. Universidad Nacional Autónoma de México.
- MEERGANZ G; MOUREAU, V.(2007). "Modelling of Water-energy systems. The case of desalination", *Energy* 32: 1024–1031.
- MOSS, T. (2007), "Solving Problems of 'Fit' at the Expense of Problems of 'Interplay'? The Spatial Reorganisation of Water Management following the EU Water Framework Directive", Published by the Institute for Regional Development and Structural Planning, Erkner. www.irs-net.de/workpaper3.htm. Recuperado en Junio 2007.
- MURADIAN, R., MARTÍNEZ-ALIER, J. (2001). "Trade and the environment from a southern perspective". *Ecological Economics*, 36: 281-297.
- NAREDO, J.M. (1997): "Problemática de la gestión del agua en España". VVAA: *La gestión del agua en España*. Fundación Argentaria-Visor.
- NAREDO, J.M. (2005). "El metabolismo económico y sus perspectivas". En: Naredo, JM y Gutiérrez, L. (Ed) *La incidencia de la especie humana sobre la faz de la Tierra (1955-2005)*. Fundación César Manrique. Universidad de Granada.
- NAREDO, J.M. (2006). *Raíces económicas del deterioro ecológico y social. Más allá de los dogmas*. Siglo XXI, Madrid.
- OECD (2005). *Agriculture Trade and the Environment. The arable Crop Sector*. OECD Publishing.
- OSTROM, E. et al (1999). "Revisiting the Commons: Local Lessons, Global Challenges", *Science's Compass Review*, 284: 278-282.
- OSTROM, E. (2000). *El Gobierno de los Bienes Comunes. La Evolución de las Instituciones de acción Colectiva*. Fondo de Cultura Económica. Universidad Nacional Autónoma de México. Traducción del texto original *Governing the Commons* (1990).
- PANAYOTOU, T. (1993): "Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development", Working Paper WP 238, Technology and Environment Programme, International Labour Office, Ginebra.
- PODOLINSKY, S.A. (1880). "El trabajo del ser humano y su relación con la distribución de la energía". Traducción de la versión rusa original. En Martínez-Alier, J. (Ed) (1995) *Los principios de la economía Ecológica*. Colección Economía y Naturaleza. Fundación Argentaria/Visor.

- QADIR, M.; BORRES, TH.M.; SCHUBERT, S.; GHAFOR, A.; MURTANZA, G. (2003). "Agricultural water management in water-starved countries: challenges and opportunities". *Agricultural Water Management*, 62: 165-185.
- RENAULT, D. (2003). "Value of virtual water in food: principles and virtues". En Hoekstra (2003 b)
- REPETTO, R. (1994) "Trade and sustainable development". *Environment and trade series, 1. Génova. UNEP.*
- SAMUELSON, P; NORDHAUS, W. (2006). "Economía", 18ª Edición. McGraw Hill
- SANTOS, A, MADRID, C, BARBAS, G, KOK, I. (2007) "Cross-scale institutional dynamics and ecological conflicts: a history of the eucalyptus expansion in Portugal". *Trabajo final presentado para la escuela de verano THEMES*. Eslovaquia, Junio 2007 (mimeo).
- SHIVA V. (2002) "Water wars. Privatization, pollution and profit." .South End Press.
- SMITH, A. (1986). *La riqueza de las naciones*. Ed. Orbis. Barcelona.
- VATN, A. (2005). *Institutions and the environment*. Cheltenham, Edward Elgar Publishing.
- VALLEJO, C. (2006) *La estructura biofísica de la Economía Ecuatoriana: el comercio exterior y los flujos ocultos del banano*. Abya Yala-FLACSO Ecuador.
- VAN HOFWEGEN, P. (2004): "Virtual Water Trade- Conscious Choices. Synthesis E-Conference". World water Council. 4th World Water Forum. Marzo 2004.
- VELÁZQUEZ, E. (2006). "An Input-Output Model of Water Consumption: Analysing Intersectorial Water Relationships in Andalusia". *Ecological Economics*, 56: 226-240.
- VELÁZQUEZ, E. (2007). Water trade in Andalusia. Virtual water: an alternative way to manage water use. *Ecological Economics*, 63 (1): 201-208.
- WARNER, J. (2003): "Virtual water-virtual benefits". *Virtual Water Trade. Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Value of Water Research report Series Nº 12*. Febrero 2003. IHE, Delft, Holanda.
- WICHELS, D. (2004). "The policy relevante of virtual water can be enhanced by considering comparative advantages". *Agricultural Water management* 66: 49-63.
- YANG, H.; ZEHNDER A.J.B. (2002). "Water scarcity and food import: a case study for Southern Mediterranean countries". *World Development* 30 (8): 1413-1430.
- YOUNG, O. (1999). Institutional Dimensions of Global Environmental Change (Proyecto IDGEC). IHDP Report. Nº 9. Bonn. Alemania.
- ZIMMER, D. Y RENAULT, D. (2003): "Virtual water in food production and global trade: Review of methodological issues and preliminary results". *Virtual Water Trade. Proceedings of the*

International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Value of Water Research report Series Nº 12. Febrero 2003. IHE, Delft, Holanda.

2. PÁGINAS WEB CONSULTADAS

UNEP (2002). "Vital water graphics. An overview of the state of the world's fresh and marine waters".
www.unep.org/vitalwater (Recuperado en mayo 2007)

UNESCO (2003) Año internacional del agua dulce. La palabra "agua" en...
<http://www.wateryear2003.org> (Recuperado en mayo 2007)

3. PLANES Y PROGRAMAS

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, (1997): Plan andaluz de Medio Ambiente (1997-2002).
Servicio de publicaciones. Sevilla. <http://www.cma-juntaandalucia.es>. Recuperado en octubre 2006.

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, (2005): Plan andaluz de Medio Ambiente (2004-2010).
Servicio de publicaciones. Sevilla. <http://www.cma-juntaandalucia.es>. Recuperado en octubre 2006.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. (200) Plan Nacional de Regadíos.
Horizonte 2008. (Recuperado en mayo 2006)
<http://www.mapa.es/es/desarrollo/pags/pnr/principal.htm>

4. DATOS

AEAT: AGENCIA ESTATAL DE AMINISTRACIÓN TRIBUTARIA. 2006. Estadísticas de Aduanas.
<http://www.aeat.es>.) Recuperado en octubre 2006.

CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA (2005). Informe Económico de Andalucía 2004. Servicio
de Estudios y Publicaciones. Sevilla.

CAP (2002). Inventario y Caracterización de los Regadíos de Andalucía. Versión 2002. Consejería de
Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

FAO: Sistema de Información sobre el Uso del Agua en la Agricultura y el Medio Rural: AQUASTAT.
<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/indexesp.stm>. Recuperado en Abril 2007.

FAO:Climwat Database. <http://www.fao.org/ag/AGL/aglw/climwat.stm>. Recuperado en octubre 2006.

IEA. Instituto de Estadística de Andalucía. Avance de superficies y producciones 2004 y precios semanales agrícolas y ganadero para 2004. www.juntadeandalucia.es/iea. Recuperado en octubre 2006.

IEA. Instituto de Estadística de Andalucía. Población. Cifras oficiales de población desde 1996. Población total para 2004. www.juntadeandalucia.es/iea. Recuperado en octubre 2006.

IEA Anuario estadístico de Andalucía 2005. (Recuperado en Mayo 2006)
<http://www.juntadeandalucia.es/iea/anuario/anuario05/anuario05c06.htm#272>

5. SOFTWARE

JUNTA DE ANDALUCÍA, (2007). Mejora del Uso y Gestión del Agua de Riego. Aplicación Informática para la programación de Riegos. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Consejería de Agricultura y Pesca.



ANEXO

1. CLASIFICACIÓN DE CULTIVOS

	Cítricos	Fresa	Frutales	Frutales Subtrop	Hortícolas Aire	Invernaderos	Semintensivos
Ajo					x		Sevilla
Alcachofa					x		Sevilla
Berenjena					x	Almería	Sevilla
Calabacín					x	Almería	Sevilla
Cebolla					x		Sevilla
Col					x	Almería	Sevilla
Coliflor					x	Almería	Sevilla
Espárragos					x		Sevilla
Fresa		x				Almería	Sevilla
Guisantes					x		Sevilla
Habas verdes					x	Almería	Sevilla
Judías verdes					x	Almería	Sevilla
Lechuga					x	Almería	Sevilla
Melón					x	Almería	Sevilla
Pepino					x	Almería	Sevilla
Pimiento					x	Almería	Sevilla
Sandía					x	Almería	Sevilla
Tomate					x	Almería	Sevilla
Zanahoria					x		Sevilla
Limonero	x						
Mandarino	x						
Naranja dulce	x						
Aguacate	x						
Albaricoquero			x	Gran-Málaga			
Almendro			x				
Cereza			x				
Chirimoyo			x	Gran-Málaga			
Ciruelo			x				
Manzano			x				
Melocotón			x				
Pera			x				

2. LOCALIZACIÓN DE LAS FINCAS

HORTALIZAS	ALMERIA	CADIZ	CORDOBA	GRANADA	HUELVA	JAEN	MALAGA	SEVILLA
AJO	El Ejido	Scar. Barrameda	Cabra	Pinos puente	Aracena	Andujar	Velez Malaga	Los Palacios
ALCACHOFA	El Ejido	Scar. Barrameda	Cabra	Pinos puente	Aracena	Andujar	Velez Malaga	Los Palacios
BERENJENA	El Ejido	Scar. Barrameda	Cabra	Pinos puente	Aracena	Andujar	Velez Malaga	Los Palacios
CALABACÍN	El Ejido	Scar. Barrameda	Cabra	Pinos puente	Aracena	Andujar	Velez Malaga	Los Palacios
CEBOLLA	El Ejido	Scar. Barrameda	Cabra	Pinos puente	Aracena	Andujar	Velez Malaga	Los Palacios
COL	El Ejido	Scar. Barrameda	Cabra	Pinos puente	Aracena	Andujar	Velez Malaga	Los Palacios
COLIFLOR	El Ejido	Scar. Barrameda	Cabra	Pinos puente	Aracena	Andujar	Velez Malaga	Los Palacios
ESPÁRRAGOS	El Ejido	Scar. Barrameda	Cabra	Pinos puente	Aracena	Andujar	Velez Malaga	Los Palacios
FRESA	El Ejido	Puerto Serrano	Cabra	Pinos puente	Moguer	Andujar	Velez Malaga	Los Palacios
GUISANTES	El Ejido	Scar. Barrameda	Cabra	Pinos puente	Aracena	Andujar	Velez Malaga	Los Palacios
HABAS VERDES	El Ejido	Scar. Barrameda	Cabra	Pinos puente	Aracena	Andujar	Velez Malaga	Los Palacios
JUDÍAS VERDES	El Ejido	Scar. Barrameda	Cabra	Pinos puente	Aracena	Andujar	Velez Malaga	Los Palacios
LECHUGA	El Ejido	Scar. Barrameda	Cabra	Pinos puente	Aracena	Andujar	Velez Malaga	Los Palacios
MELÓN	El Ejido	Scar. Barrameda	Cabra	Pinos puente	Aracena	Andujar	Velez Malaga	Los Palacios
PEPINO	El Ejido	Scar. Barrameda	Cabra	Pinos puente	Aracena	Andujar	Velez Malaga	Los Palacios
PIMIENTO	El Ejido	Scar. Barrameda	Cabra	Pinos puente	Aracena	Andujar	Velez Malaga	Los Palacios
SANDÍA	El Ejido	Scar. Barrameda	Cabra	Pinos puente	Aracena	Andujar	Velez Malaga	Los Palacios
TOMATE	El Ejido	Scar. Barrameda	Cabra	Pinos puente	Aracena	Andujar	Velez Malaga	Los Palacios
ZANAHORIA	El Ejido	Scar. Barrameda	Cabra	Pinos puente	Aracena	Andujar	Velez Malaga	Los Palacios
CÍTRICOS								

LIMÓN	Vera	Los Barrios	Palma Rio	Padul	Cartaya	Andujar	Cartama	Brenes
MANDARINA	Vera	Los Barrios	Palma Rio	Padul	Cartaya	Andujar	Cartama	Brenes
NARANJA	Vera	Los Barrios	Palma Rio	Padul	Cartaya	Andujar	Cartama	Brenes
FRUTALES NO CÍTRICOS								
AGUACATE	Abla	Vejer Fra	Hornachuelos	Motril	Villablanca	Andujar	Velez Malaga	Aznalcazar
ALBARICOQUE	Abla	Vejer Fra	Hornachuelos	Alpujarra Sa.	Villablanca	Andujar	Benaoján	Aznalcazar
ALMENDRO	Abla	Vejer Fra	Hornachuelos	Alpujarra Sa.	Villablanca	Andujar	Benaoján	Aznalcazar
CEREZA	Abla	Vejer Fra	Hornachuelos	Alpujarra Sa.	Villablanca	Andujar	Benaoján	Aznalcazar
CHIRIMOYA	Abla	Vejer Fra	Hornachuelos	Motril	Villablanca	Andujar	Velez Malaga	Aznalcazar
CIRUELA	Abla	Vejer Fra	Hornachuelos	Alpujarra Sa.	Villablanca	Andujar	Benaoján	Aznalcazar
MANZANA	Abla	Vejer Fra	Hornachuelos	Alpujarra Sa.	Villablanca	Andujar	Benaoján	Aznalcazar
MELOCOTÓN	Abla	Vejer Fra	Hornachuelos	Alpujarra Sa.	Villablanca	Andujar	Benaoján	Aznalcazar
PERA	Abla	Vejer Fra	Hornachuelos	Alpujarra Sa.	Villablanca	Andujar	Benaoján	Aznalcazar

3. RENTABILIDAD FÍSICA RF (TON/HA)

	Alm	Cád	Cór	Gra	Hue	Jaé	Mál	Sevi	And
AGUACATE	6	8	-	9	4	-	8	6	8
AJO	8	12	12	12	6	10	10	16	11
ALBARICOQUE	13	-	10	7	8	9	7	12	9
ALCACHOFA	12	18	14	12	10	11	15	16	14
ALMENDRA	1	1	1	2	1	1	1	1	1
BERENJENA	67	35	28	31	30	16	36	25	29
CALABACIN	55	43	36	38	26	22	39	31	39
CEBOLLA	18	25	50	43	29	30	25	50	37
CEREZA	7	-	6	4	-	3	7	5	4
CHIRIMOYA	14	5	-	8	-	-	8	-	8
CIRUELA	7	4	13	22	10	9	6	12	11
COL	35	44	25	25	28	24	40	25	33
COLIFLOR	25	19	25	25	20	17	30	25	24
ESPARRAGO	7	6	4	5	4	5	6	5	5
FRESA	0	32	9	12	34	6	12	36	24
GUISANTES	10	15	8	12	6	7	8	10	10
HABAS	12	14	9	13	8	8	7	9	10
JUDIAS VERDES	16	14	11	10	6	10	15	21	11
LECHUGA	27	44	25	28	24	22	32	34	28
LIMON	32	23	12	15	22	-	21	11	23
MANDARINA	22	23	17	15	24	-	13	9	20
MANZANA	15	6	15	32	7	12	12	14	17
MELOCOTON	10	4	13	11	12	7	8	15	14
MELON	35	21	23	22	19	16	26	27	24
NARANJA	28	25	30	23	8	10	21	23	25
PEPINO	90	42	30	36	26	17	31	29	31
PERA	12	6	13	28	15	8	9	18	18
PIMIENTO	60	41	20	26	33	22	15	31	32
SANDIA	70	27	30	24	25	18	39	63	39
TOMATE	100	42	35	76	35	29	55	65	56
ZANAHORIA	-	60	35	40	23	21	25	52	57

4. RIEGO NETO CWR (M³/HA)

	ALMERIA	CADIZ	CORDOBA	GRANADA	HUELVA	JAEN	MALAGA	SEVILLA
AGUACATE	3000,0	1500,0	1500,0	2000,0	1200,0	1500,0	1800,0	1500,0
AJO	2880,5	1586,0	1772,6	2038,3	1824,0	1543,8	2167,3	1867,4
ALBARICOQUE	3000,0	1500,0	2250,0	1500,0	2160,0	2250,0	2250,0	2250,0
ALCACHOFA	8949,8	5912,4	7795,2	6654,4	7089,6	5707,4	8004,2	7370,5
ALMENDRA	1500,0	750,0	750,0	750,0	1500,0	750,0	750,0	1500,0
BERENJENA	4890,5	3703,8	4147,0	4008,2	7741,2	3379,2	3733,1	3599,3
CALABACIN	1943,1	1002,2	980,2	1418,4	1231,2	532,1	1067,1	524,6
CEBOLLA	5428,3	4298,2	5077,0	4882,4	4493,4	4398,4	1467,6	4625,9
CEREZA	3000,0	1500,0	2250,0	1500,0	1800,0	2250,0	2250,0	2250,0
CHIRIMOYA	3000,0	1500,0	1500,0	2000,0	1800,0	1500,0	1800,0	1500,0
CIRUELA	3000,0	1500,0	2250,0	1500,0	2160,0	2250,0	2250,0	2250,0
COL	3734,1	3005,6	3699,6	3708,1	3463,0	3375,0	2931,8	3404,2
COLIFLOR	5399,3	4400,0	5907,9	5737,8	5797,2	5678,6	4560,0	5612,1
ESPARRAGO	5317,0	4065,2	5710,9	5599,0	6151,5	5280,8	4682,2	5663,6
FRESA	5288,1	4482,3	4860,0	4392,0	1919,3	4230,0	4824,0	4330,0
GUISANTES	3886,2	2943,2	3295,4	3185,1	2761,7	2685,3	2966,5	2860,2
HABAS	1871,6	1509,5	1240,3	1743,4	1372,8	1632,8	1663,5	1840,2
JUDIAS VERDES	3886,2	2943,2	3295,4	3185,1	2761,7	2685,3	2966,5	2860,2
LECHUGA	1068,1	760,0	446,5	480,0	171,4	650,1	535,7	431,8
LIMON	2250,0	750,0	1500,0	1500,0	1200,0	1500,0	750,0	1500,0
MANDARINA	2250,0	750,0	1500,0	1500,0	1200,0	1500,0	750,0	1500,0
MANZANA	3000,0	1500,0	2250,0	2250,0	2160,0	2250,0	2250,0	2250,0
MELOCOTON	3000,0	1500,0	2250,0	1500,0	2160,0	2250,0	2250,0	2250,0
MELON	3481,3	2069,2	2501,7	2702,5	2666,4	2136,4	2323,9	2196,1
NARANJA	2250,0	750,0	1500,0	1500,0	1200,0	1500,0	750,0	1500,0
PEPINO	2391,1	1123,1	1125,9	1409,6	1449,7	943,4	1275,5	706,4
PERA	3000,0	1500,0	2250,0	1500,0	2160,0	2250,0	2250,0	2250,0
PIMIENTO	2896,8	2167,8	2117,4	2432,3	2131,8	7028,3	2287,3	2138,2
SANDIA	3481,3	2069,2	2501,7	2702,5	2666,4	2136,4	2323,9	2196,1
TOMATE	4921,6	3508,3	5812,3	3720,5	3287,5	2789,8	3223,7	3050,9
ZANAHORIA	5372,9	4253,9	5536,2	4939,2	4850,4	4551,8	4361,2	4684,2

5. DEMANDA DE AGUA ESPECÍFICA (SWD)

SWD m ³ /ton l/kg	ALM	CADIZ	CÓR	GRA	HUE	JAÉN	MAL	SEV
AGUACATE	517	190	-	222	308	-	228	266
AJO	360	132	154	164	304	160	217	119
ALBARICOQUE	240	-	225	203	288	265	317	196
ALCACHOFA	746	328	577	558	746	544	534	457
ALMENDRA	1579	682	898	0	1034	0	882	2308
BERENJENA	73	107	151	131	258	210	104	145
CALABACIN	35	23	27	38	47	24	27	17
CEBOLLA	302	172	102	113	155	147	59	93
CEREZA	455	-	375	375	-	763	346	412
CHIRIMOYA	213	333	-	257	-	-	222	-
CIRUELA	441	353	180	68	212	265	388	190
COL	105	68	149	146	126	139	73	136
COLIFLOR	216	237	236	226	290	325	152	227
ESPARRAGO	760	695	1428	1244	1500	974	780	1159
FRESA	-	140	572	367	57	705	402	122
GUISANTES	389	199	412	267	460	407	396	301
HABAS	156	106	138	139	183	212	238	204
JUDIAS VERDES	243	210	300	315	460	271	198	134
LECHUGA	40	17	18	17	7	30	17	13
LIMON	70	33	0	101	55	0	35	135
MANDARINA	103	33	89	100	49	-	58	171
MANZANA	201	250	152	70	296	186	196	167
MELOCOTON	297	375	173	132	184	325	281	145
MELON	99	99	109	121	144	135	89	81
NARANJA	80	30	0	64	145	0	37	65
PEPINO	27	27	38	40	57	54	41	24
PERA	251	259	167	53	149	281	250	129
PIMIENTO	48	53	106	92	65	317	152	69
SANDIA	50	77	83	112	107	121	60	35
TOMATE	49	84	166	49	94	96	59	47
ZANAHORIA	-	71	158	123	211	217	174	90

6. RENTABILIDAD HÍDRICA (RH)

RH Kg /m ³	ALM	CADIZ	CÓR	GRA	HUE	JAÉN	MAL	SEV
AGUACATE	1,9	5,3	-	4,5	3,3	-	4,4	3,8
AJO	2,8	7,6	6,5	6,1	3,3	6,3	4,6	8,4
ALBARICOQUE	4,2	-	4,4	4,9	3,5	3,8	3,2	5,1
ALCACHOFA	1,3	3,0	1,7	1,8	1,3	1,8	1,9	2,2
ALMENDRA	0,6	1,5	1,1	3,1	1,0	1,2	1,1	0,4
BERENJENA	13,7	9,3	6,6	7,7	3,9	4,8	9,6	6,9
CALABACIN	28,3	43,1	36,7	26,5	21,1	41,3	36,7	58,9
CEBOLLA	3,3	5,8	9,8	8,8	6,5	6,8	17,0	10,8
CEREZA	2,2	-	2,7	2,7	-	1,3	2,9	2,4
CHIRIMOYA	4,7	3,0	-	3,9	-	-	4,5	-
CIRUELA	2,3	2,8	5,6	14,6	4,7	3,8	2,6	5,3
COL	9,5	14,6	6,7	6,9	7,9	7,2	13,6	7,4
COLIFLOR	4,6	4,2	4,2	4,4	3,4	3,1	6,6	4,4
ESPARRAGO	1,3	1,4	0,7	0,8	0,7	1,0	1,3	0,9
FRESA	0,0	7,1	1,7	2,7	17,6	1,4	2,5	8,2
GUISANTES	2,6	5,0	2,4	3,7	2,2	2,5	2,5	3,3
HABAS	6,4	9,4	7,3	7,2	5,5	4,7	4,2	4,9
JUDIAS VERDES	4,1	4,8	3,3	3,2	2,2	3,7	5,1	7,5
LECHUGA	24,8	57,9	56,0	58,4	140,0	33,1	59,7	79,3
LIMON	14,2	30,0	8,0	9,9	18,1	-	28,3	7,4
MANDARINA	9,7	30,1	11,3	10,0	20,4	-	17,3	5,8
MANZANA	5,0	4,0	6,6	14,3	3,4	5,4	5,1	6,0
MELOCOTON	3,4	2,7	5,8	7,6	5,4	3,1	3,6	6,9
MELON	10,1	10,1	9,2	8,3	6,9	7,4	11,2	12,3
NARANJA	12,5	33,6	20,2	15,6	6,9	6,7	27,4	15,3
PEPINO	37,6	37,0	26,6	25,2	17,7	18,5	24,4	41,0
PERA	4,0	3,9	6,0	19,0	6,7	3,6	4,0	7,8
PIMIENTO	20,7	19,0	9,4	10,8	15,5	3,2	6,6	14,4
SANDIA	20,1	13,0	12,0	8,9	9,4	8,3	16,7	28,5
TOMATE	20,3	12,0	6,0	20,3	10,6	10,4	17,1	21,4
ZANAHORIA	-	14,1	6,3	8,1	4,7	4,6	5,7	11,1

7. USO DE AGUA TERRITORIAL POR LA AGRICULTURA (AWU)

Cons hm ³	ALM	CAD	CÓR	GRA	HUE	JAÉN	MAL	SEV	ANDAL	%
AGUACATE	0,04	0,30	-	5,25	0,10	-	9,80	0,01	16	2,8
AJO	0,06	0,32	5,72	1,08	0,18	0,37	1,23	0,40	9	1,7
ALBARICOQUE	0,06	-	0,04	0,01	0,04	0,07	0,14	0,09	0	0,1
ALCACHOFA	1,92	2,31	2,98	6,99	0,14	0,57	5,83	1,37	22	4,0
ALMENDRA	4,66	0,60	0,22	0,00	1,03	0,00	4,09	0,38	11	2,0
BERENJENA	6,36	1,30	0,52	0,45	0,10	0,63	1,67	0,18	11	2,1
CALABACIN	7,76	0,25	0,05	0,32	0,01	0,03	0,38	0,02	9	1,6
CEBOLLA	0,29	3,22	2,96	2,17	0,40	1,13	1,50	1,79	13	2,5
CEREZA	0,15	-	0,08	2,01	-	2,57	0,05	0,06	5	0,9
CHIRIMOYA	0,01	0,06	-	5,97	-	-	0,46	-	7	1,2
CIRUELA	0,18	0,03	0,61	0,17	1,00	1,03	0,34	1,94	5	1,0
COL	1,32	0,91	0,34	1,72	0,17	0,08	0,49	0,21	5	1,0
COLIFLOR	0,30	1,72	0,42	2,87	0,19	0,35	1,02	0,22	7	1,3
ESPARRAGO	0,14	2,28	4,34	19,74	0,14	5,46	1,18	3,73	37	6,8
FRESA	-	0,88	0,07	0,09	13,53	0,05	0,11	0,33	15	2,8
GUISANTES	0,12	0,47	0,26	0,25	0,11	0,01	0,49	0,21	2	0,4
HABAS	0,42	0,41	0,57	0,70	0,17	0,50	1,52	0,25	5	0,8
JUDIAS VERDES	15,03	1,02	0,29	13,01	0,09	0,32	4,22	0,06	34	6,2
LECHUGA	6,30	0,44	0,27	1,74	0,02	0,06	0,32	0,13	9	1,7
LIMON	3,67	0,28	0,00	0,14	0,01	0,00	4,17	0,12	8	1,5
MANDARINA	5,12	0,45	0,40	0,02	4,13	-	0,98	1,95	13	2,4
MANZANA	0,37	0,03	0,18	0,29	0,11	0,11	0,12	0,10	1	0,2
MELOCOTON	0,10	0,18	1,64	2,26	3,20	0,28	0,23	15,00	23	4,2
MELON	17,13	1,52	2,66	2,21	1,70	0,23	1,11	1,87	28	5,2
NARANJA	14,47	1,27	0,00	0,87	30,32	0,00	4,21	21,93	73	13,4
PEPINO	8,85	0,17	0,11	6,08	0,03	0,09	0,81	0,01	16	3,0
PERA	0,12	0,12	0,10	0,70	0,14	0,11	0,86	0,09	2	0,4
PIMIENTO	24,91	2,93	0,86	3,78	0,28	2,03	6,44	0,75	42	7,7
SANDIA	13,85	1,59	2,37	2,73	1,20	0,15	0,35	1,65	24	4,4
TOMATE	40,21	5,93	2,51	9,23	1,05	1,14	6,96	5,74	73	13,3
ZANAHORIA	-	14,55	0,92	0,12	0,05	0,11	0,31	3,45	20	3,6
TOTAL	174	46	31	93	60	17	61	64	546	100,0
%	31,8	8,3	5,8	17,0	10,9	3,2	11,2	11,7	100,0	

8. FLUJOS DE EXPORTACIÓN (VWE) POR PROVINCIA

EXPORT (HM ³)	ALM	CAD	CÓR	GRA	HUE	JAÉN	MAL	SEV	ANDAL	%
AGUACATE	0,11	0,00	-	2,04	0,00	-	8,93	0,15	11	6,8
AJO	1,43	0,01	1,83	0,03	0,01	0,20	0,03	0,33	4	2,3
ALBARICOQUE	0,28	-	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,07	0	0,2
ALCACHOFA	0,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	1	0,5
ALMENDRA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,0
BERENJENA	4,49	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	5	2,7
CALABACIN	6,07	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	6	3,7
CEBOLLA	0,06	0,19	0,57	0,48	0,02	0,00	0,17	0,28	2	1,1
CEREZA	0,05	-	0,00	0,01	-	0,00	0,00	0,01	0	0,0
CHIRIMOYA	0,00	0,00	-	0,00	-	-	0,00	-	0	0,0
CIRUELA	0,68	0,00	0,08	0,00	0,88	0,08	0,00	1,25	3	1,8
COL	0,90	0,17	0,01	0,80	0,00	0,00	0,01	0,01	2	1,1
COLIFLOR	0,52	0,42	0,00	0,08	0,01	0,00	0,01	0,30	1	0,8
ESPARRAGO	0,12	0,52	2,24	5,26	0,09	0,34	0,34	5,11	14	8,5
FRESA	-	0,32	0,01	0,00	12,19	0,01	0,02	0,29	13	7,8
GUISANTES	0,33	0,01	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	1	0,3
HABAS	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0	0,0
JUDIAS VERDES	2,46	0,01	0,00	1,67	0,03	0,00	0,11	0,29	5	2,8
LECHUGA	3,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	3	2,0
LIMON	6,76	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,31	0,01	7	4,3
MANDARINA	0,81	0,05	0,14	0,00	0,59	-	0,12	0,91	3	1,6
MANZANA	0,00	0,02	0,02	0,00	0,12	0,00	0,02	0,11	0	0,2
MELOCOTON	0,76	0,02	0,14	0,00	0,47	0,00	0,00	2,59	4	2,4
MELON	11,04	0,01	0,02	0,12	0,49	0,00	0,32	0,33	12	7,5
NARANJA	0,76	0,22	0,00	0,00	5,91	0,00	0,22	3,91	11	6,7
PEPINO	7,13	0,00	0,00	3,46	0,00	0,00	0,06	0,02	11	6,5
PERA	0,37	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	0,13	1	0,3
PIMIENTO	12,82	0,01	0,00	0,16	0,01	0,01	0,04	0,00	13	7,9
SANDIA	6,07	0,03	0,42	0,09	0,15	0,00	0,02	0,18	7	4,2
TOMATE	19,42	0,06	0,00	2,40	0,04	0,00	0,36	0,00	22	13,5
ZANAHORIA	-	4,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,04	0,25	4	2,6
TOTAL	87	6	6	17	21	1	11	17	166	100
%	52,9	3,7	3,3	10,2	12,8	0,4	6,8	10,0	100	

9. FLUJOS DE IMPORTACIÓN (VWI) POR PROVINCIA

IMPORT (HM ³)	ALM	CAD	CÓR	GRA	HUE	JAÉ	MAL	SEV	ANDAL	%
AGUACATE	0,00	0,02	-	0,00	0,01	-	1,12	0,00	1	5,6
AJO	0,08	0,00	0,18	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0	1,4
ALBARICOQUE	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,0
ALCACHOFA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,0
ALMENDRA	0,61	0,00	3,83	0,00	0,00	0,00	0,74	0,03	5	25,1
BERENJENA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,0
CALABACIN	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,1
CEBOLLA	0,14	0,12	0,09	0,25	0,00	0,00	0,19	0,42	1	5,8
CEREZA	0,02	-	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0	0,1
CHIRIMOYA	0,00	0,00	-	0,00	-	-	0,00	-	0	0,0
CIRUELA	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0	0,1
COL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,0
COLIFLOR	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,3
ESPARRAGO	0,01	0,19	0,01	0,24	0,02	0,00	0,00	0,01	0	2,3
FRESA	-	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,07	0,09	0	0,8
GUISANTES	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,1
HABAS	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	1,23	5,01	7	31,6
JUDIAS VERDES	1,32	0,21	0,01	0,33	0,02	0,00	0,00	0,17	2	9,9
LECHUGA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,0
LIMON	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0	0,0
MANDARINA	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,03	0	0,3
MANZANA	0,03	0,09	0,21	0,04	0,00	0,00	0,06	1,80	2	10,7
MELOCOTON	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,1
MELON	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0	0,6
NARANJA	0,01	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,17	0	1,8
PEPINO	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,1
PERA	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0	0,4
PIMIENTO	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,1
SANDIA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,1
TOMATE	0,03	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0	0,4
ZANAHORIA	-	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	2,1
TOTAL	2	2	4	1	0	0	3	8	21	0,00
%	11,5	7,5	20,9	4,3	1,3	0,0	16,4	38,1	100	

10. FLUJOS DE EXPORTACIÓN (VWE) POR REGIÓN

EXPORT hm ³	CM	E	F	NM	S	SM	Mundo	%
AGUACATE	0,00	10,59	0,59	0,00	0,05	0,00	11,23	6,8
AJO	0,01	3,35	0,19	0,11	0,00	0,21	3,87	2,3
ALBARICOQUE	0,00	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,2
ALCACHOFA	0,00	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	0,5
ALMENDRA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
BERENJENA	0,00	4,51	0,00	0,00	0,02	0,00	4,54	2,7
CALABACIN	0,00	6,10	0,00	0,00	0,00	0,00	6,10	3,7
CEBOLLA	0,04	1,62	0,00	0,00	0,07	0,05	1,78	1,1
CEREZA	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,0
CHIRIMOYA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
CIRUELA	0,00	2,86	0,01	0,00	0,04	0,07	2,98	1,8
COL	0,00	1,86	0,00	0,00	0,03	0,00	1,89	1,1
COLIFLOR	0,00	1,33	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	0,8
ESPARRAGO	0,00	14,04	0,00	0,00	0,00	0,00	14,04	8,5
FRESA	0,00	12,83	0,00	0,00	0,01	0,00	12,83	7,8
GUISANTES	0,00	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	0,3
HABAS	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,0
JUDIAS VERDES	0,00	4,58	0,00	0,00	0,00	0,00	4,59	2,8
LECHUGA	0,00	3,23	0,00	0,00	0,00	0,00	3,23	2,0
LIMON	0,00	6,93	0,00	0,07	0,14	0,00	7,14	4,3
MANDARINA	0,00	2,49	0,01	0,08	0,03	0,00	2,61	1,6
MANZANA	0,00	0,24	0,06	0,00	0,00	0,00	0,31	0,2
MELOCOTON	0,00	3,95	0,02	0,00	0,01	0,00	3,98	2,4
MELON	0,00	12,33	0,00	0,00	0,00	0,00	12,33	7,5
NARANJA	0,00	10,98	0,00	0,00	0,03	0,01	11,02	6,7
PEPINO	0,00	10,47	0,00	0,09	0,11	0,00	10,68	6,5
PERA	0,00	0,54	0,01	0,00	0,01	0,00	0,56	0,3
PIMIENTO	0,00	12,73	0,00	0,27	0,06	0,00	13,06	7,9
SANDIA	0,00	6,96	0,00	0,00	0,00	0,00	6,96	4,2
TOMATE	0,00	21,79	0,00	0,22	0,27	0,00	22,28	13,5
ZANAHORIA	0,00	4,30	0,00	0,00	0,00	0,00	4,30	2,6
Total	0,05	162,52	0,90	0,85	0,89	0,34	165,55	100
%	0,0	98,2	0,5	0,5	0,5	0,2	100	

11. FLUJOS DE IMPORTACIÓN (VWI) POR REGIÓN

IM hm ³	CM	E	F	NM	S	SM	Mundo	%
AGUACATE	0,00	0,45	0,11	0,02	0,00	0,57	1,16	5,6
AJO	0,00	0,01	0,00	0,09	0,08	0,12	0,29	1,4
ALBARICOQUE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
ALCACHOFA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
ALMENDRA	0,00	1,21	0,00	3,66	0,01	0,33	5,22	25,1
BERENJENA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
CALABACIN	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,1
CEBOLLA	0,00	0,91	0,02	0,00	0,00	0,28	1,21	5,8
CEREZA	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,1
CHIRIMOYA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
CIRUELA	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,03	0,1
COL	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,0
COLIFLOR	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,3
ESPARRAGO	0,00	0,02	0,24	0,02	0,00	0,20	0,48	2,3
FRESA	0,00	0,05	0,13	0,00	0,00	0,00	0,17	0,8
GUISANTES	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,1
HABAS	0,00	6,57	0,00	0,00	0,00	0,00	6,58	31,6
JUDIAS VERDES	0,00	0,24	1,82	0,00	0,00	0,00	2,06	9,9
LECHUGA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
LIMON	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,0
MANDARINA	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,03	0,06	0,3
MANZANA	0,00	1,87	0,01	0,00	0,13	0,22	2,23	10,7
MELOCOTON	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,1
MELON	0,03	0,01	0,05	0,00	0,00	0,02	0,12	0,6
NARANJA	0,00	0,15	0,11	0,00	0,00	0,12	0,38	1,8
PEPINO	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,1
PERA	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01	0,08	0,4
PIMIENTO	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,1
SANDIA	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,1
TOMATE	0,00	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,08	0,4
ZANAHORIA	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	2,1
Total	0,03	12,21	2,62	3,80	0,23	1,92	20,81	100
%	0,1	58,6	12,6	18,2	1,1	9,2	100	

[illegible]

[illegible]

14. RENTABILIDAD MONETARIA DEL AGUA EN PRODUCCIÓN (RMP)

RMp €/m³	ALM	CAD	CÓR	GRA	HUE	JAÉN	MAL	SEV	ANDAL
AGUACATE	35,3	4,9	-	3,5	2,8	-	3,8	3,1	3,8
AJO	4,5	6,0	3,2	3,4	2,7	4,9	4,2	7,2	3,7
ALBARICOQUE	0,2	-	3,6	3,2	2,4	1,4	1,9	2,3	1,9
ALCACHOFA	0,8	1,8	0,9	1,0	0,6	1,5	1,0	1,1	1,1
ALMENDRA	0,1	0,5	3,6	-	1,2	-	1,0	0,7	1,2
BERENJENA	7,0	4,5	2,6	5,4	1,9	2,4	3,5	3,7	5,6
CALABACIN	10,2	16,7	25,1	6,9	7,5	13,9	2,9	22,6	10,0
CEBOLLA	0,5	1,0	2,8	2,3	1,2	1,5	2,7	2,6	2,0
CEREZA	0,0	-	7,4	4,7	-	2,2	13,3	6,1	3,5
CHIRIMOYA	18,1	2,6	-	2,9	-	-	3,7	-	2,9
CIRUELA	0,1	0,4	4,8	0,8	3,0	1,3	1,2	2,5	2,4
COL	6,0	19,7	8,9	4,1	7,5	10,6	17,4	15,5	9,5
COLIFLOR	2,6	2,9	1,4	1,4	1,1	1,8	2,0	2,1	2,0
ESPARRAGO	2,3	2,3	1,2	1,2	1,0	1,7	1,9	1,4	1,4
FRESA	-	7,1	1,3	4,2	18,5	1,2	0,0	9,8	17,3
GUISANTES	8,7	2,8	1,5	2,8	1,0	0,4	1,6	1,3	2,4
HABAS	8,0	7,3	9,3	5,4	4,2	2,8	4,5	4,2	5,6
JUDIAS VERDES	3,7	7,9	5,5	3,8	3,1	4,1	6,5	8,5	4,2
LECHUGA	7,7	18,6	18,1	17,0	38,0	10,8	19,2	20,4	10,9
LIMON	0,0	0,4	-	2,1	1,6	-	5,7	2,1	2,9
MANDARINA	1,0	11,5	2,6	2,6	5,9	-	4,6	3,5	3,6
MANZANA	0,0	0,1	1,9	3,9	1,1	1,3	2,7	1,5	1,7
MELOCOTON	0,9	0,5	3,6	2,7	3,0	1,0	2,2	4,8	4,1
MELON	3,2	3,0	2,1	2,1	1,5	2,7	4,8	2,8	2,9
NARANJA	0,8	9,6	-	3,8	1,5	-	5,1	3,2	2,6
PEPINO	12,0	14,0	10,0	9,2	5,4	6,6	7,5	11,5	10,7
PERA	1,0	1,0	2,7	8,2	2,6	1,3	2,0	3,4	3,9
PIMIENTO	17,4	18,0	8,1	9,0	12,2	2,8	3,5	14,7	13,6
SANDIA	4,0	1,9	1,8	1,2	1,3	1,5	3,0	4,3	3,2
TOMATE	7,7	4,8	2,3	7,3	6,6	4,5	6,5	20,7	8,1
ZANAHORIA	-	3,4	1,3	1,6	1,2	1,0	1,5	2,3	3,0
TOTAL	7,0	5,2	3,7	4,0	6,0	2,3	4,1	5,2	5,4

15. RENTABILIDAD MONETARIA DEL AGUA EN EXPORTACIÓN (RME) E IMPORTACIÓN (RMI) POR CULTIVO

€/m ³	RMp	RME	RMI
AGUACATE	4	6	5
AJO	4	6	5
ALBARICOQUE	2	7	4
ALCACHOFA	1	1	1
ALMENDRA	1	0	4
BERENJENA	6	12	13
CALABACIN	10	20	22
CEBOLLA	2	3	3
CEREZA	3	7	4
CIRUELA	2	4	4
COL	10	5	8
COLIFLOR	2	4	4
ESPARRAGO	1	3	2
FRESA	17	25	9
GUISANTES	2	5	2
HABAS	6	3	1
JUDIAS VERDES	4	7	4
LECHUGA	11	24	40
LIMON	3	1	5
MANDARINA	4	8	6
MANZANA	2	4	5
MELOCOTON	4	10	4
MELON	3	8	10
NARANJA	3	9	4
PEPINO	11	23	32
PERA	4	4	5
PIMIENTO	14	29	15
SANDIA	3	9	7
TOMATE	8	17	13
ZANAHORIA	3	8	3

16. RENTABILIDAD MONETARIA DEL AGUA EN EXPORTACIÓN (RME) E IMPORTACIÓN (RMI) POR PROVINCIA

€/m ³	RME	RMI
JAÉN	4,15	3,42
MÁLAGA	7,92	2,61
CÁDIZ	8,23	3,01
CÓRDOBA	10,32	4,26
SEVILLA	10,37	2,42
GRANADA	10,87	4,16
ALMERÍA	14,84	3,52
HUELVA	17,52	1,85

17. RENTABILIDAD MONETARIA DEL AGUA EN EXPORTACIÓN (RME) E IMPORTACIÓN (RMI) POR REGIÓN

€/m ³	RME	RMI
CM	2,16	15,26
F	3,21	3,96
SM	3,39	4,29
S	7,49	3,65
NM	11,62	4,12
E	13,55	2,32