

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

*NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKO*

HUELLA HÍDRICA DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS EN NAVARRA

presentado por

LEIRE ZUBIETA OLCOZ (e)*k*

aurkeztua

GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL
*GRADUA NEKAZARITZAKO ELIKAGAIEN ETA LANDA INGURUNEAREN
INGENIARITZAN*

Mayo, 2019 / 2019, Maiatza

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a José Javier López, director de este trabajo, por darme la oportunidad de colaborar en esta investigación y por el acompañamiento y directrices dadas durante la realización de este.

Agradecer a Maite Aldaya, co-directora del trabajo, una de las mejores investigadoras de la huella hídrica a nivel mundial, por haber contado conmigo, dedicándome su tiempo y por haberme transmitido tantos conocimientos e inquietudes por este tema.

También quiero agradecer a Mercedes Sánchez, profesora de la UPNA, por su disposición a la hora de realizarle consultas en su ámbito académico.

Para llevar a cabo este estudio se han requerido numerosos datos, por lo que agradezco a Rogelio Galván de la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación hidrográfica del Ebro (CHE) por facilitar los datos de la CHE sobre las necesidades hídricas y dotaciones de riego para cada cultivo y comarca.

Dar las gracias a Amaia Yaben (Servicio de Oferta Agroindustrial) por aportar la información y los datos precisos sobre la eficiencia de riego en Navarra. Y a Iñaki Ezkurra (Sección de Estadística Dto. Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local) por resolver cuestiones de nomenclatura surgidas a lo largo del trabajo.

Por últimos, agradecer a mi familia y amigas, en especial a Pilar y Miriam por su apoyo y ánimos, durante todo el Grado y en especial en el Trabajo.

RESUMEN

La determinación de la huella hídrica en la agricultura es un aspecto cada vez más importante a tratar en la evaluación de los recursos hídricos utilizados en la producción agrícola. Este estudio estima la huella hídrica de los principales cultivos en Navarra por Comarca Agraria entre 2008 y 2017 distinguiendo entre sus componentes, verde y azul. Los resultados obtenidos permiten diferenciar el consumo de agua en Navarra por zonas. El porcentaje mayor de huella hídrica estimado ha correspondido a los cultivos de secano (huella hídrica verde) con un valor del 61,8 % del total que se corresponde con un 68 % del total de superficie cultivada en Navarra. El resto, 38,2 %, corresponde a la huella hídrica de los cultivos de regadío (verde y azul). Con respecto a la huella hídrica azul hay que indicar que ésta se cuantifica fundamentalmente en el sur (Comarca VI y VII). En referencia a los cultivos, los que mayor huella hídrica presentan son los cereales debido a la superficie cultivada, en general son cultivos con una alta eficiencia hídrica en el norte de Navarra tanto en regadío como en secano. Los cultivos con una mayor productividad económica se localizan en el sur de Navarra, principalmente hortalizas, donde destaca el consumo de agua azul.

Estos resultados dan una visión del consumo de agua en Navarra desde un punto de vista hidrológico y económico, para poderse llevar a cabo una asignación más eficiente de los recursos hídricos sin dañar la economía del sector agrario.

PALABRAS CLAVE

Huella hídrica, agua verde, agua azul, Comarca Agraria de Navarra, cultivos de Navarra.

ABSTRACT

The determination of the water footprint in agriculture is an increasingly important aspect to be addressed in the assessment of water resources used in agricultural production. This study estimates the water footprint of the main crops in Navarra by Agrarian Region between 2008 and 2017 distinguishing between its components, green and blue. The results obtained make it possible to differentiate water consumption in Navarra by area. The highest estimated percentage of water footprint has been for rainfed crops (green water footprint) with a value of 61,8 % of the total corresponding to 68 % of the total area cultivated in Navarra. The remainder, 38,2 %, corresponds to the water footprint of irrigated crops (green and blue). With regard to the blue water footprint, it should be noted that it is mainly quantified in the south (Shire VI and VII). With regard to crops, the ones presenting the main water footprint are the cereals due to the cultivated area, in general they are crops with a high water efficiency in the north of Navarra both in irrigation and in rainfed. The crops with greater economic productivity are located in the south of Navarra, mainly vegetables, where the consumption of blue water stands out.

These results give a vision of water consumption in Navarra from a hydrological and economic point of view, in order to be able to carry out a more efficient allocation of water resources without damaging the economy of the agricultural sector.

KEYWORDS

Water footprint, green water, blue water, Agricultural Region of Navarra, crops of Navarra.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
1.1. Concepto de huella hídrica	1
1.2. Interés del trabajo	3
1.3. Objetivo.....	4
2. MATERIAL Y MÉTODOS	5
2.1. Descripción de las Comarcas Agrarias de Navarra	5
2.2. Requerimientos hídricos y huella hídrica de los cultivos	6
2.2.1 Requerimientos hídricos del cultivo	7
2.2.2 Huella hídrica del cultivo.....	11
2.3. Caso práctico. Cálculo de la huella hídrica de alfalfa en la Cuenca de Pamplona	13
3. RESULTADOS.....	15
3.1. Huella hídrica media 2008-2017	15
3.2. Huella hídrica por unidad de producción	19
3.3. Evolución de la huella hídrica	21
4. CONCLUSIONES	35
5. BIBLIOGRAFÍA	37
DEFINICIONES	41
ABREVIATURAS	43
ANEXO 1 Lista de cultivos analizados por Comarca Agraria	45
ANEXO 2 Uso de agua verde y azul por Comarca Agraria y cultivo	53
ANEXO 3 Huella hídrica (m ³) de los principales cultivos de Navarra 2017.....	63
ANEXO 4 Representación de la huella hídrica por tonelada (HHp, m ³ /t) promedio de 2008-2017	81
ANEXO 5 Evolución de la huella hídrica azul y superficie en regadío por Comarca Agraria	85

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Dimensiones de la huella hídrica. Nota. Adaptada de: EsAgua. (2019).....	2
Figura 2. Componentes de la huella hídrica de un cultivo de regadío	2
Figura 3. Comarcas Agrarias. Fuente: Vicente et al. (2004).....	5
Figura 4. Demarcaciones Hidrográficas de Navarra. Fuente: Demarcaciones Hidrográficas en Navarra: Distribución del territorio de Navarra entre distintas Demarcaciones Hidrográficas. (2019).	6
Figura 5. Cálculos para la estimación de la huella hídrica (a) Huella hídrica verde (b) Huella hídrica azul.	11
Figura 6. Huella hídrica verde en secano (HHvs, hm^3), huella hídrica verde en regadío (HHvr, hm^3) y huella hídrica azul (HHa, hm^3) de los principales cultivos de la Comarca I. Promedio 2008-2017.....	15
Figura 7. Huella hídrica verde en secano (HHvs, hm^3), huella hídrica verde en regadío (HHvr, hm^3) y huella hídrica azul (HHa, hm^3) de los principales cultivos por Comarca Agraria. Promedio 2008-2017. a) Comarca II b) Comarca III, c) Comarca IV	16
Figura 8. Huella hídrica verde en secano (HHvs, hm^3), huella hídrica verde en regadío (HHvr, hm^3) y huella hídrica azul (HHa, hm^3) de los principales cultivos por Comarca Agraria. Promedio 2008-2017. a) Comarca V, b) Comarca VI, c) Comarca VII.....	17
Figura 9. Porcentajes componentes huella hídrica (m^3) del girasol en regadío almendro por Comarca Agraria (II-CVII). Promedio 2008-2017.....	19
Figura 10. Huella hídrica por unidad de producción (HHp, m^3/t) y rendimiento (R, t/ha) del almendro por Comarca Agraria (CIII, CIV, CVI, CVII). Valores promedio 2008-2017. a) Almendro en secano b) Almendro en regadío.....	20
Figura 11. Huella hídrica en función de la producción (HHp, m^3/t) y rendimiento (R, t/ha) del trigo blando en secano por Comarca Agraria (CI-CVII). Valores promedio 2008-2017.....	20
Figura 12. Huella hídrica en función de la producción (HHp, m^3/t) y rendimiento (R, t/ha) del trigo blando en regadío por Comarca Agraria (CI-CVII). Valores promedio 2008-2017.	21
Figura 13. Evolución de la huella hídrica (HH, hm^3) y superficie (S, ha) de los cultivos en secano por Comarca Agraria (CI-CVII) de 2008 a 2017.	22
Figura 14. Evolución de la huella hídrica (HH, hm^3) y superficie (S, ha) de los cultivos en regadío por Comarca Agraria (CI-CVII) de 2008 a 2017.	23
Figura 15. Huella hídrica total (verde y azul) por Comarca Agraria (HH, hm^3) año 2008, 2013 y 2017.....	24
Figura 16. Proporción huella hídrica azul (HHa), huella hídrica verde en regadío (HHvr) y huella hídrica verde en secano (HHvs) por Comarca Agraria en 2008, 2013 y 2017.....	25
Figura 17. Huella hídrica verde (HHvr, m^3) y azul (HHa, m^3) en 2008 y 2017 de los cultivos de regadío en la Comarca V.	26
Figura 18. Huella hídrica verde de los cultivos de secano (HHvs, hm^3) en 2008, 2013 y 2017 por Comarca Agraria. Nota: HHvs obtenida a partir de la suma de la huella hídrica verde (hm^3) de los cultivos en secano de cada comarca.....	28
Figura 19. Consumo de agua verde por hectárea (m^3/ha) de los cultivos de secano en 2008, 2013 y 2017 por Comarca Agraria. Nota: Valor de consumo de agua obtenido a partir de la suma del agua verde (m^3/ha) de los cultivos de cada comarca.	29

Figura 20. Huella hídrica verde de los cultivos de regadío (HHvr, hm ³) en 2008, 2013 y 2017 por Comarca Agraria. Nota:HHvr obtenida a partir de la suma de la huella hídrica verde (hm ³) de los cultivos en secano de cada comarca.....	30
Figura 21. Huella hídrica azul de los cultivos de regadío (HHa) en 2008, 2013 y 2017 por Comarca Agraria. Nota:Huella hídrica azul obtenida a partir de la suma de la huella hídrica azul (hm ³) de los cultivos en regadío de cada comarca	31
Figura 22. Huella hídrica verde (HHvr, m ³) y azul (HHa, m ³) de los cultivos de regadío y productividad económica del agua azul (PE, €/m ³) en la Comarca III en 2017.....	32
Figura 23. Huella hídrica verde (HHvr, m ³) y azul (HHa, m ³) de los cultivos en regadío y productividad económica del agua azul (PE, €/m ³) en la Comarca V en 2017.....	32
Figura 24. Valor monetario (millones €) y huella hídrica azul (HHa, hm ³) de los cultivos de regaío por Comarca Agraria en 2008, 2013 y 2018. Nota: PE obtenida a partir de la suma del precio percibido por los agricultores de cada cultivo (€/t) por su producción (t) por comarca y HHa obtenida a partir de la suma de las HHa de los cultivos de cada comarca.....	33
Figura 25. Huella hídrica por unidad de producción (HHp, m ³ /t) verde en secano (HHvs, m ³ /t), verde en regadío (HHvr, m ³ /t) y azul (HHa, m ³ /t) de los principales cultivos por Comarca Agraria. Valores promedio 2008-2017. a) Comarca I, b) Comarca II	81
Figura 26. Huella hídrica por unidad de producción (HHp, m ³ /t) verde en secano (HHvs, m ³ /t), verde en regadío (HHvr, m ³ /t) y azul (HHa, m ³ /t) de los principales cultivos por Comarca Agraria. Valores promedio 2008-2017. a) Comarca III, b) Comarca VI, c) Comarca V.....	82
Figura 27. Eficiencia hídrica (HHp, m ³ /t) verde en secano (HHvs, m ³ /t), verde en regadío (HHvr, m ³ /t) y azul (HHa, m ³ /t) de los principales cultivos por Comarca Agraria. Valores promedio 2008-2017. a) Comarca VI, b) Comarca VII.	83
Figura 28. Evolución (2008-2017) de la huella hídrica azul (HHa, hm ³) y de la superficie en regadío (S, ha) por Comarca Agraria (CI-CIV).	85
Figura 29. Evolución (2008-2017) de la huella hídrica azul (HHa, hm ³) y de la superficie en regadío (S, ha x 10000) por Comarca Agraria (CV-CVII).....	86

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Eficiencias de aplicación del agua de riego	9
Tabla 2. Uso de agua azul (CWUa) y verde (CWUvr y CWUvs) en la Comarca I.....	53
Tabla 3. Uso de agua azul (CWUa) y verde (CWUvr y CWUvs) en la Comarca II.....	54
Tabla 4. Uso de agua azul (CWUa) y verde (CWUvr y CWUvs) en la Comarca III	55
Tabla 5. Uso de agua azul (CWUa) y verde (CWUvr y CWUvs) en la Comarca IV	56
Tabla 6. Uso de agua azul (CWUa) y verde (CWUvr y CWUvs) en la Comarca V.....	57
Tabla 7. Uso de agua azul (CWUa) y verde (CWUvr y CWUvs) en la Comarca VI	58
Tabla 8. Uso de agua azul (CWUa) y verde (CWUvr y CWUvs) en la Comarca VII.....	60
Tabla 9. Huella hídrica cultivos en secano en la Comarca I en 2017.....	63
Tabla 10. Huella hídrica cultivos en regadío en la Comarca I en 2017	64
Tabla 11. Huella hídrica cultivos en secano en la Comarca II en 2017	65
Tabla 12. Huella hídrica cultivos en regadío en la Comarca II en 2017	66
Tabla 13. Huella hídrica cultivos en secano en la Comarca III en 2017.....	67
Tabla 14. Huella hídrica cultivos en regadío en la Comarca III en 2017.....	68
Tabla 15. Huella hídrica cultivos en secano en la Comarca IV en 2017.....	69
Tabla 16. Huella hídrica cultivos en regadío en la Comarca IV en 2017.....	70
Tabla 17. Huella hídrica cultivos en secano en la Comarca V en 2017	71
Tabla 18. Huella hídrica cultivos en regadío en la Comarca V en 2017.....	72
Tabla 19. Huella hídrica cultivos en secano en la Comarca VI en 2017.....	73
Tabla 20. Huella hídrica cultivos en regadío en la Comarca VI en 2017.....	75
Tabla 21. Huella hídrica cultivos en secano en la Comarca VII en 2017	77
Tabla 22. Huella hídrica cultivos en regadío en la Comarca VII en 2017	79

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. Concepto de huella hídrica

El concepto de huella hídrica es introducido por Hoekstra y Hung en 2002 como un indicador de consumo de agua. Este término surge de conceptos previos como el de 'agua virtual' (volumen de agua necesario para obtener un producto o facilitar un servicio determinado) introducido por Tony Allan a principios de los años noventa (Allan, 1993) y el de 'huella ecológica' (cantidad de superficie necesaria para la producción de los bienes y servicios consumidos por los habitantes de un país) introducido por Wackernagel y Rees en 1996 (Hoekstra et al., 2002).

Según Hoekstra et al. (2011) la huella hídrica de un producto es el volumen de agua dulce utilizada para generar el producto en toda la cadena de suministro. Este indicador incluye tanto el uso de agua directo de un consumidor o productor como indirecto.

Mientras que el agua virtual se centra únicamente en el volumen de agua incorporada en un producto, la huella hídrica es un indicador multidimensional, que expresa qué tipo de agua, dónde y cuándo se utiliza. La huella hídrica se produce en un lugar concreto durante un tiempo específico. Esto tiene gran importancia puesto que hay variaciones en la cantidad de agua y la capacidad de asimilación disponible en diferentes lugares y épocas del año.

Este último indicador consta de tres componentes, verde, azul y gris (Figura 1), que juntos proporcionan una imagen completa del uso del agua.

La **huella hídrica azul** (HHa) indica el uso de agua dulce superficial o subterránea, este consumo hace referencia a los siguientes casos:

- Evapotranspiración del agua.
- Agua que se incorpora al producto.
- Agua devuelta a otra cuenca.
- Agua devuelta en un periodo distinto del de extracción.

La **huella hídrica verde** (HHv) hace referencia al consumo de agua que proviene de la lluvia y que se almacena o permanece temporalmente en el suelo disponible para la vegetación. No se transforma en escorrentía ni en recarga subterránea.

Por último, la **huella hídrica gris** (HHg) indica el grado de contaminación del agua. Se define como el volumen de agua dulce necesaria para asimilar la carga de contaminantes en función de los estándares de calidad.

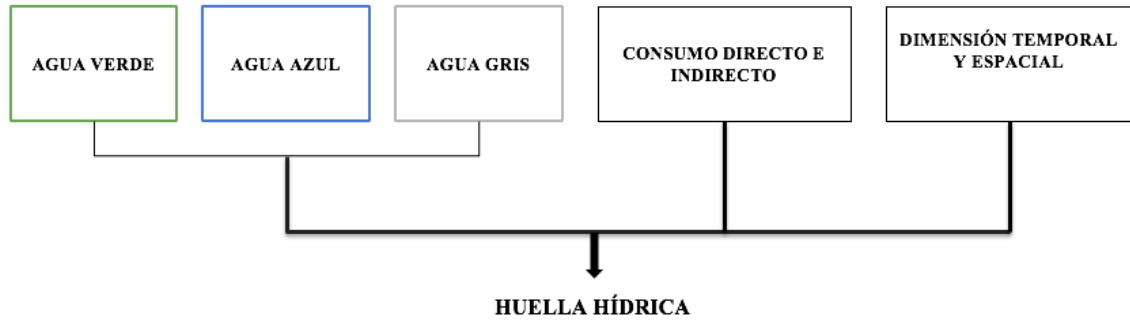


Figura 1. Dimensiones de la huella hídrica. Nota. Adaptada de: EsAgua. (2019).

En este estudio únicamente se ha cuantificado el agua verde y azul, dejando el agua gris para posibles futuros estudios, analizando estas componentes en cultivos y zonas concretas. Por ello, al hablar de huella hídrica azul (HHa,) esta corresponde al agua incorporada a los cultivos mediante el riego, y en el caso de la huella hídrica verde (HHv), al volumen de agua de precipitación que emplean los cultivos para la evapotranspiración. Los cultivos de secano se sustentan únicamente con agua verde, mientras que los de regadío por ambas, agua verde y azul (Figura 2). Es importante distinguir estas dos huellas, puesto que los impactos que estas tienen a nivel hidrológico, ambiental, social y económico varían entre una y otra.

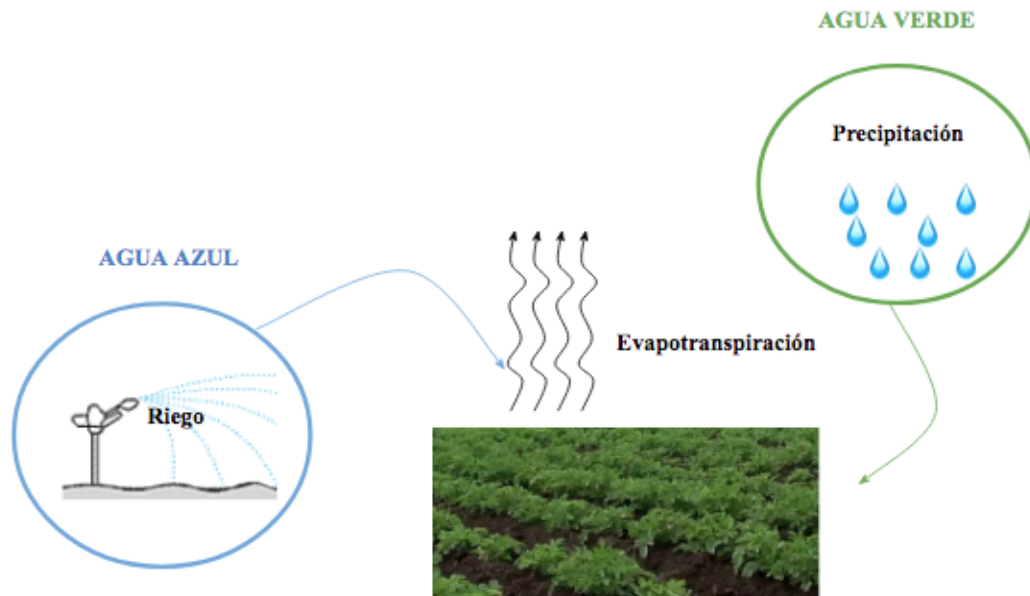


Figura 2. Componentes de la huella hídrica de un cultivo de regadío

En 2008 el profesor Hoekstra fundó, junto con actores del mundo empresarial, sociedad civil, y organizaciones académicas, la organización Water Footprint Network (WFN), para demostrar cómo la evaluación de la huella hídrica puede ayudarnos a superar los desafíos del uso insostenible del agua (Water Footprint Network, 2019a).

A partir de esto surge en 2011 “The Water Footprint Assessment Manual” (*Manual de Evaluación de la Huella Hídrica*) como el estándar global para la "evaluación de la huella

hídrica" , desarrollando definiciones y métodos para la contabilidad de la huella hídrica, así como métodos para la evaluación de la sostenibilidad de la huella hídrica.

En 2014 la Organización Internacional para la Estandarización publicó una norma técnica de aplicación universal (ISO 14046:2014) "Gestión ambiental, Huella de agua, Principios, requisitos y directrices", la cual especifica los principios, requisitos y guía para la evaluación y generación de informes sobre la huella hídrica (ISO, 2014).

La ISO 14046 se centra en la sostenibilidad de un producto utilizando para ello un enfoque ambiental integrado, mientras que en el caso de la WFN se centra en el análisis del uso del agua dulce desde el punto de vista de la sostenibilidad, eficiencia y equidad (EsAgua, 2017).

1.2. Interés del trabajo

Aunque el agua dulce es un recurso abundante a nivel mundial, su disponibilidad está disminuyendo en muchas regiones del planeta, principalmente debido al cambio climático, el incremento de población y el consecuente aumento en la presión sobre los recursos hídricos (EsAgua, 2019). Según el CEDEX (2018), si se producen los escenarios de incumplimiento de los acuerdos de París, se prevé una reducción de caudales medios de los ríos, desde 2010 a finales de siglo, del orden del 24%. Produciéndose además un aumento de casi siete veces en la extracción global de agua dulce en el siglo pasado (Gleick, P.H., 2000)

A escala global, la mayoría del uso del agua se emplea en la producción agrícola. En España concretamente, el agua consumida en este sector representa el 80% (Rodríguez-Casado et al., 2008).

A esto hay que añadir la complejidad de la gestión de los recursos hídricos. Más allá del ciclo hidrológico, tiene una gran relevancia a nivel social, territorial, económico y ambiental junto a otros aspectos.

Por todo ello el estudio de la huella hídrica permite la evaluación de la magnitud, identificar oportunidades de mejora y tomar decisiones eficientes para la mejora de la asignación y gestión de los recursos hídricos de una zona.

En los últimos años se han llevado a cabo diferentes estudios a nivel mundial, en 2004 Chapagain y Hoekstra publicaron un informe detallado en el que se calculaba la huella hídrica de todos los países del mundo, actualizado por Mekonnen y Hoekstra (2011). Seguido por distintos trabajos sobre el estudio de la huella hídrica a nivel de cultivo como por ejemplo "The water footprint of cotton consumption" (Chapagain et al., 2006) que calcula la huella hídrica mundial del algodón.

En algunos de estos estudios a nivel mundial se aportan datos concretos de la huella hídrica de los cultivos en España, los cuales varían según se han ido desarrollando metodologías y

realizando diferentes estudios. Los datos de estos informes son generales, por ello se han llevado a cabo estudios de la huella hídrica de España a menor escala, como el de Rodríguez Casado et al. (2008), Garrido et al. (2010) y MARM (2011). En este último se pueden conocer datos de huella hídrica en las diferentes Comunidades Autónomas, Navarra entre ellas.

Estos estudios proporcionan un valor único para cada país o, en el caso del de España, un valor único para cada Comunidad Autónoma, permitiendo tomar decisiones a nivel continental o estatal, siendo necesario centrarse en estudios que abarquen territorios de menor escala, para conocer datos más concretos y focos de actuación. En España ya existen algunos estudios de estos, más centrados en zonas concretas como el estudio de la huella hídrica del Guadiana (Aldaya y Llamas, 2008), de Extremadura (Sánchez-Mora, 2013) y en Cantabria (Díez et al., 2015).

Hasta ahora en Navarra se han llevado a cabo pocos estudios de la huella hídrica en el sector primario (Bermejo, 2014; Civeti, 2015), debido a ello la importancia de este estudio en el que se tienen en cuenta tanto los cultivos de regadío como los de secano; observando de esta manera en cada caso el consumo de agua verde y azul y la importancia de estas. Además, se expone la variación de ellas entre unos cultivos y otros, así como el consumo en las distintas Comarcas Agrarias de Navarra y su evolución a lo largo de los años. Análisis a tener en cuenta para una mejor asignación y gestión de los recursos hídricos.

Dentro de la propia Navarra, el clima varía entre unas zonas y otras haciendo que los cultivos varíen y que el agua consumida por estos sea también diferente, siendo por ello positivo la realización del estudio por Comarcas Agrarias. Por las condiciones climatológicas comentadas anteriormente y otros aspectos como el rendimiento y la productividad económica el regadío prevalece en unas zonas frente a otras, de tal manera que, como se ha mencionado previamente, además de estudiar la huella hídrica total, es preciso llevar a cabo un análisis de la huella hídrica verde y huella hídrica azul por separado, obteniendo valores de cada una de ellas para reflejar su importancia en la agricultura.

1.3. Objetivo

El objetivo de este estudio es cuantificar la huella hídrica de los cultivos en Navarra, distinguiendo el consumo en cada una de las Comarcas Agrarias y analizar la evolución en los últimos 10 años en función de los cultivos.

- Estudio por comarcas. Cálculo de la huella hídrica por Comarca Agraria y análisis y comparativa del consumo de agua verde y azul en cada una, teniendo en cuenta los cultivos producidos, así como la superficie, producción y productividad económica de estos.
- Evolución temporal. Cálculo y análisis de la huella hídrica, diferenciando entre las componentes verde y azul, en un periodo de tiempo de 10 años (de 2008 a 2017) desde una perspectiva hídrica y económica, teniendo en cuenta la variación anual de la superficie cultivada, la producción y los precios percibidos por los agricultores.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Descripción de las Comarcas Agrarias de Navarra

Navarra es una Comunidad Autónoma con una superficie de 10.391,08 km², la cual está dividida en siete Comarcas Agrarias (Figura 3):

- Comarca I o Noroccidental
- Comarca II o Pirineos
- Comarca III o Cuenca de Pamplona
- Comarca IV o Tierra Estella
- Comarca V o Navarra Media
- Comarca VI o Ribera Alta
- Comarca VII o Ribera Baja

Cada una de ellas caracterizada por un clima y unas condiciones físicas del terreno, desencadenando diferentes usos del suelo, destacando unos cultivos frente a otros en cada una de ellas y variando las necesidades de estos.



Figura 3. Comarcas Agrarias. Fuente: Vicente et al. (2004)

En la Comarca I el clima es típicamente oceánico, con gran abundancia de precipitaciones asociadas a borrascas atlánticas de distribución irregular a lo largo del año. En la II el clima es subalpino, con inviernos fríos, copiosas nevadas y veranos frescos y secos. Hay una clara disminución de las precipitaciones y de las temperaturas hacia el sudeste debido a la menor influencia oceánica. Las precipitaciones de estas dos comarcas hacen que el agua consumida en gran medida sea agua verde, desarrollándose pocos cultivos en regadío.

Conforme descendemos los climas son más calurosos y con menos precipitaciones. La Comarca IV está influenciada por el clima de la Comarca I en su parte norte y por un clima mediterráneo en la zona más meridional. En las Comarca III y V el clima es netamente

mediterráneo, con una clara influencia atlántica en su parte occidental y mayor continentalidad hacia el este.

Por último, el clima de las Comarcas V y VII se corresponde con la zona de clima mediterráneo más seco de Navarra. El clima es mediterráneo templado, con veranos secos, temperaturas con grandes oscilaciones anuales, pocas lluvias e irregulares y fuerte presencia del cierzo (Gobierno de Navarra, 2019a).

Por otra parte, el ámbito territorial de Navarra se distribuye en dos Demarcaciones Hidrográficas (DH) (Figura 4):

- DH del Cantábrico Oriental
- DH del Ebro

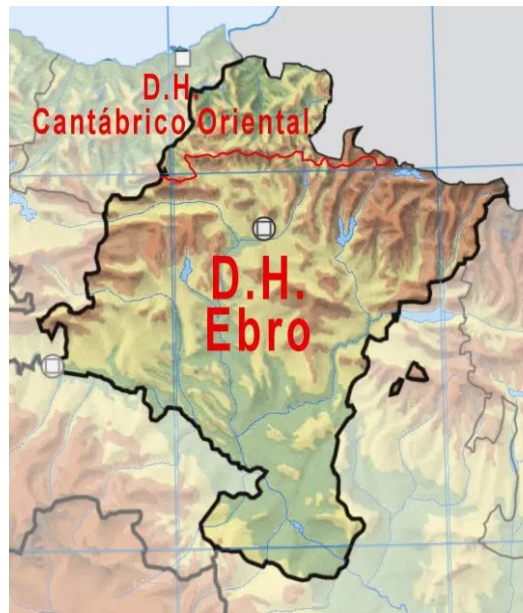


Figura 4. Demarcaciones Hidrográficas de Navarra. Fuente: Demarcaciones Hidrográficas en Navarra: Distribución del territorio de Navarra entre distintas Demarcaciones Hidrográficas. (2019).

A pesar de estar distribuida en estas dos Demarcaciones Hidrográficas, los datos a emplear son de la DH del Ebro, concretamente de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE), la cuál aporta datos de las siete Comarcas Agrarias de Navarra (García Vera y Martínez-Cob, 2004).

En función de cada Comarca Agraria los cultivos principales producidos y a estudiar varían, así como los términos empleados por la CHE y el Gobierno de Navarra de estos. En el Anexo 1 se presenta una lista con los cultivos escogidos en el análisis, y los términos a los que se refieren en el caso de que estos varíen con respecto a los términos empleados en el estudio.

2.2. Requerimientos hídricos y huella hídrica de los cultivos

Para los cálculos de la huella hídrica se han seguido los pasos plasmados en el Manual de Evaluación de la Huella Hídrica (Hoekstra et al., 2011). Teniendo también como referencia otros estudios como el de la Huella Hídrica y el Agua Virtual en España (Garrido et al., 2010)

y La Huella Hidrológica de la Agricultura Española de Rodríguez (Casado et al. 2008). Se ha empleado la nomenclatura utilizada en estos estudios, así como la empleada en los cálculos facilitados por la CHE (CHE, 2019) sobre los requerimientos hídricos.

2.2.1 Requerimientos hídricos del cultivo

El concepto de requerimiento hídrico hace referencia a la fracción de agua precisa para satisfacer las necesidades de agua del cultivo. Los cultivos requieren de cierta cantidad de agua para satisfacer la evapotranspiración (ET_c), es decir el agua que se evapora del suelo y que el cultivo utiliza para la transpiración, durante el crecimiento y desarrollo del mismo.

La ET_c se puede medir o estimar mediante modelos basados en fórmulas empíricas. En este estudio las estimaciones de ET_c (mm/mes) de los diferentes cultivos utilizados en este estudio se han cogido del informe de la CHE, “Las dotaciones de riego en la planificación hidrológica de la cuenca del Ebro: metodología y comparación con otros estudios” (CHE, 2005), basado en el informe FAO 56 (Allan, 1998). En este informe la ET_c se obtiene a partir de la evapotranspiración de referencia (ET_o, mm/mes) en la que se tienen en cuenta los datos climatológicos de la zona de cada cultivo, del coeficiente de cultivo (K_c, -) en el que se considera las distintas fases del periodo vegetativo, así como del factor de advección asignado a cada estación meteorológica (F_{adv}, -) y del factor de reserva que se aplica al mes en el que planta el cultivo (F_{res}, -).

$$ET_c = ET_o * k_c * F_{adv} * F_{res} \quad (1)$$

Para estimar el agua consumida por los cultivos también es preciso conocer la precipitación efectiva (PrEfec, mm/mes), es decir, la fracción de la precipitación total utilizable por el cultivo para satisfacer sus necesidades hídricas, quedando por tanto excluida la evaporación desde la superficie del suelo y de los vegetales, la infiltración o percolación profunda y la escorrentía superficial (CHE, 2005).

Los datos de precipitación efectiva que se han utilizado son, al igual que la ET_c, los aportados por la CHE (García Vera y Martínez-Cob, 2004), determinados mensualmente para el periodo disponible de cada estación, obtenidos, como indica en su informe (CHE, 2005) a partir del método propuesto en FAO 56.

En el caso en el que la precipitación efectiva sea superior a la evapotranspiración, parte de esta precipitación queda acumulada en el suelo pudiendo ser empleada por el cultivo al mes siguiente (AguaSu, mm/mes).

$$AguaSu = PrEfec - ETC \quad (2)$$

Una vez que el cultivo emplea la precipitación efectiva y el agua sobrante que permanece en el suelo del mes anterior para su evapotranspiración, si esta no es suficiente, es decir la ET_c es superior a la precipitación efectiva y al agua acumulada en el suelo, es necesario aplicar a este una cantidad de agua mediante riego, a lo que se le denomina necesidad hídrica neta del cultivo (NH_n, mm/mes), compensando con esta aplicación el déficit.

$$NH_n = ETC - (PrEfec + AguaSu) \quad (3)$$

Estas necesidades hídricas únicamente son cubiertas en el caso de los cultivos en regadío, influyendo únicamente sobre el componente azul en el estudio de la huella hídrica. Este aporte de agua se suministra mediante riego, por lo que esta varía en función del sistema de riego a emplear. Considerando un 55% como eficiencia de aplicación de riego (EA) en sistema de riego gravitacional, 85% en riego por aspersión y 95% en goteo (INTIA, 2019a).

Para conocer el agua total a aplicar mediante riego, se tienen que tener en cuenta estos rendimientos de riego, de tal forma que, al considerar menor el rendimiento del riego gravitacional, el agua requerida en este sistema para cubrir las pérdidas de agua será superior, mientras que el agua “extra” a aportar en riego por goteo será menor. Para conocer las necesidades hídricas totales (NHt, mm/mes), es decir el agua total a aportar mediante riego, se debe dividir por cada coeficiente en función del sistema de riego.

$$NHt = NHn/EA \quad (4)$$

Riego gravitacional: EA= 0,55

Riego por aspersión: EA = 0,85

Riego por goteo: EA = 0,95

En cada Comarca Agraria no todas las parcelas de un mismo cultivo tienen el mismo sistema de riego. Por ello se ha asignado una eficiencia de aplicación a cada cultivo por Comarca Agraria en función de las hectáreas regadas con cada sistema de riego con referencia a 2017 (INTIA, 2019b) y los coeficientes estándar que estos tienen (0,55, 0,85 y 0,95).

Hay que indicar que únicamente hay datos disponibles de los sistemas de riego a partir de 2013, por ello únicamente se ha empleado como año de referencia 2017, de tal forma que en el estudio no se puede apreciar la evolución a lo largo de los años de la eficiencia del agua en función del sistema de riego. En la Tabla 1 se muestran los valores de eficiencia de aplicación que se le ha asignado a cada cultivo por comarca, que resulta de una media ponderada en función de los sistemas de aplicación de riego.

Tabla 1. Eficiencias de aplicación del agua de riego

COMARCAS	I	II	III	IV	V	VI	VII
Alcachofa						0,706	0,731
Alfalfa	0,878*	0,878*	0,878*	0,878*	0,950	0,772	0,883
Almendro			0,560	0,560		0,560	0,560
Arroz						0,665	0,550
Berenjena							0,850
Brócoli					0,850	0,613	0,740
Cardo						0,896	
Cebada	0,782*	0,782*	0,782*	0,803	0,850	0,778	0,715
Cebolla						0,808	0,808
Cerezo			0,550	0,875		0,875	0,880
Col de bruselas						0,740	0,790
Coliflor						0,943	
Espárrago				0,568		0,796	0,791
Espinaca		0,844			0,850	0,831	0,850
Girasol		0,940	0,940	0,940	0,940		0,949
Guisante verde		0,924		0,924	0,950	0,917	0,950
Haba verde						0,943	0,943
Judía verde			0,950	0,943	0,943	0,943	0,943
Lechuga				0,950		0,889	
Maíz	0,914*	0,914*	0,950	0,950	0,950	0,889	0,917
Maíz forrajero							0,940
Manzano	0,930*	0,930*	0,950	0,930		0,922	0,940
Melocotón			0,899	0,816		0,828	0,798
Nogal	0,839*	0,850				0,840	
Olivar				0,834		0,701	0,726
Patata media estación	0,773	0,850	0,838	0,834	0,845	0,701	
Patata tardía	0,850	0,850	0,850	0,850	0,850	0,850	
Peral			0,824	0,852		0,850	0,890
Pimiento industria	0,883*		0,883*	0,883*		0,900	0,850
Pimiento plaza	0,942*		0,942*	0,942*		0,898	0,949
Remolacha				0,891	0,950		
Tomate industria	0,850*					0,850	
Tomate plaza	0,914*					0,898	0,939
Trigo blando	0,940*	0,940*	0,940	0,940	0,940	0,940	0,940
Trigo duro	0,822*	0,822	0,850	0,822	0,865	0,825	0,814
Veza						0,762	0,762
Viñedo		0,850		0,850		0,850	0,850

*En las comarcas en las que INTIA no aporta la información sobre el sistema de riego se emplea el promedio en función del sistema de riego que se emplea de cada uno de los cultivos en toda Navarra.

Partiendo de los datos anteriormente comentados, aportados por la CHE (García Vera y Martínez-Cob, 2004) de ET_{cm} . (mm/mes) y $PrEfec_m$. (mm/mes), datos mensuales de 1961 a 2002; se calcula la ET_{ca} (mm/año) y $PrEfec_a$ (mm/año) anual de cada uno de estos años por comarca y cultivo. Realizando una media de los valores anuales obtenidos se ha conseguido la ET_c (mm/año) y $PrEfec$ (mm/año) media de este periodo de tiempo (de 1961 a 2002). Este valor promedio es el empleado para los posteriores cálculos.

$$ET_{ca} = \sum ET_{cm} \quad (5)$$

$$PrEfec_a = \sum PrEfec_m \quad (6)$$

$$NH_{na} = \sum NH_{nm} \quad (7)$$

$$ET_c = \frac{\sum ET_{ca}}{n \text{ años}} \quad (8)$$

$$PrEfec = \frac{\sum PrEfec_a}{n \text{ años}} \quad (9)$$

$$NH_n = \frac{\sum NH_{n.año}}{n \text{ años}} \quad (10)$$

Determinados los distintos componentes mencionados, ET_c , $PrEfec$, NH_n y NH_t en m^3/ha , se puede determinar tanto uso agua verde (agua procedente de lluvia) como el azul (agua procedente de riego) de los cultivos.

Agua verde

El agua verde realmente consumida por el cultivo (uso de agua verde) (CWU_v , $m^3/ha/año$) es el mínimo entre la evapotranspiración total del cultivo (ET_c , $m^3/ha/año$) y la suma de precipitación efectiva ($PrEfec$, $m^3/ha/año$) más el agua acumulado en el suelo ($AguaSu$, $m^3/ha/año$).

Si las necesidades de la planta (ET_c) son menores al agua disponible (suma de $PrEfec$ y $AguaSu$), la planta sólo consumirá el agua necesaria para la evapotranspiración, de tal forma que el uso de agua verde (CWU_v) será igual a la ET_c ($m^3/ha/año$). Sin embargo, si el agua disponible no es suficiente para cubrir toda la evapotranspiración, CWU_v será igual a la suma de la precipitación efectiva más el agua acumulada en el suelo ($m^3/ha/año$), siendo el agua verde que realmente la planta emplea. (Figura 5a).

$$CWU_v = \min(ET_c, PrEfec + AguaSu) \quad (11)$$

Agua azul

En los cultivos de regadío, además de la componente verde, está presente también la componente azul. El uso de agua azul (CWU_a , $m^3/ha/año$) se calcula como el mínimo entre las necesidades hídricas totales (NH_t , $m^3/ha/año$), es decir el agua necesaria a aplicar mediante

riego teniéndose en cuenta el rendimiento de este y 0, en el caso que no sea necesario regar. (Figura 5b).

$$CWUa = \min (NHt, 0) \tag{12}$$

El uso de agua azul hace referencia a la que precisa el cultivo para la evapotranspiración teniendo en cuenta la eficiencia del sistema de riego y excluyendo la evaporación del agua de los embalses construidos para el almacenamiento y de los canales de transporte. Las pérdidas por evaporación en estos dos pasos anteriores del agua en el cultivo pueden ser muy importantes y se deberán incluir en otros estudios en los que se analice la huella hídrica del producto cosechado durante todo el proceso (Hoekstra et al., 2011).

En el Anexo 2 se muestra el uso de agua verde y azul que precisa cada cultivo por comarca obtenidos a partir de los cálculos anteriormente comentados.

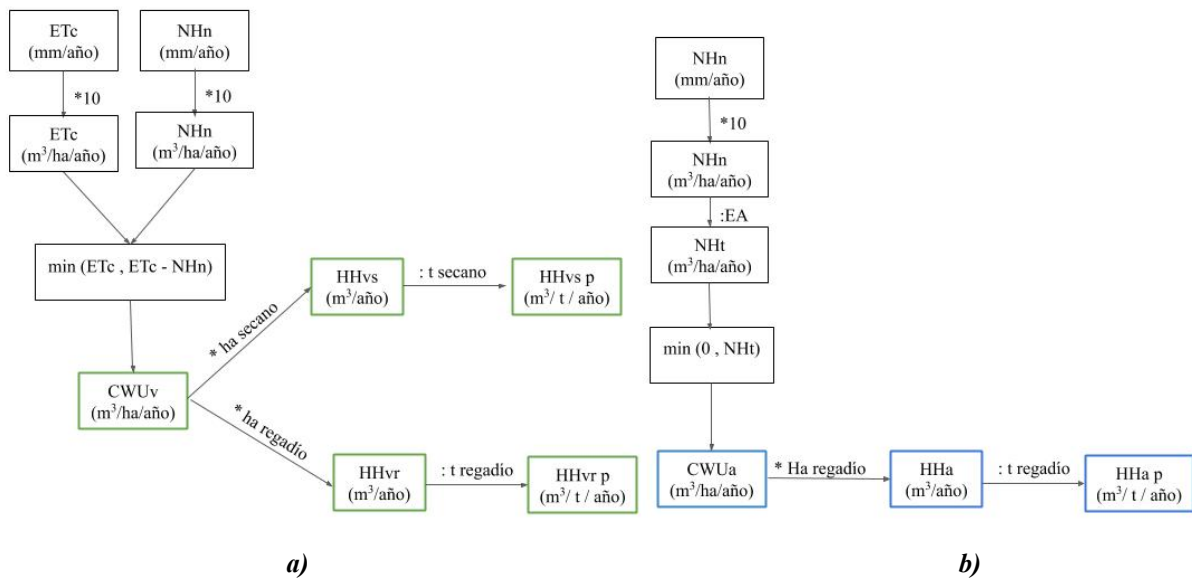


Figura 5. Cálculos para la estimación de la huella hídrica (a) Huella hídrica verde (b) Huella hídrica azul. Evapotranspiración del cultivo (ETc), necesidad hídrica neta del cultivo (NHn), necesidad hídrica total del cultivo (NHt), uso de agua verde ($CWUv$), uso de agua azul ($CWUa$), huella hídrica verde secano ($HHvs$), huella hídrica verde regadío ($HHvr$), huella hídrica verde en secano por unidad de producción ($HHvs_p$), huella hídrica verde en regadío por unidad de producción ($HHvr_p$), huella hídrica azul por unidad de producción (HHa_p).

2.2.2 Huella hídrica del cultivo

La huella hídrica de un cultivo hace referencia al volumen de agua empleado para la producción del cultivo. Como se ha mencionado anteriormente la huella hídrica de un cultivo (HH) es la suma de los tres componentes, verde, azul y gris. Este estudio se centra únicamente en el agua azul y verde, por lo que la huella hídrica (HH) se ha considerado como la suma de la huella hídrica verde (HHv) y la huella hídrica azul (HHa).

$$HH = HHa + HHv \tag{13}$$

Cada Comarca Agraria tiene una superficie destinada a unos determinados cultivos, de ella es importante diferenciar entre las hectáreas y la producción en toneladas (t) de cada uno en regadío y secano, para poder diferenciar entre la huella hídrica verde en secano (HHvs), la huella hídrica verde en regadío (HHvr) y la huella hídrica azul (HHa). Las hectáreas de superficie productiva (ha), así como la producción (t) de cada uno de los cultivos por Comarca Agraria y se han tomado del Gobierno de Navarra de 1997 a 2017 (Gobierno de Navarra, 2019d). El análisis se ha realizado de un periodo de 10 años, de 2008 a 2017, por lo que los utilizados son los correspondientes a este periodo de tiempo.

El componente verde de la huella hídrica de un cultivo (HHv, m³) se ha calculado a partir del uso del agua verde (CWUv, m³/ha/año) del cultivo en una determinada comarca, entre la superficie cultivada de este (ha) cada uno de los años (de 2008 a 2017).

Por un lado, se obtiene la huella hídrica verde de los cultivos en secano (HHvs, m³) en función de la superficie cultivada en secano (Ss, ha) y por otro lado la huella hídrica verde de los cultivos en regadío (HHvr, m³) en función de la superficie cultivada en regadío (Sr, ha) (Figura 5a).

En el caso de los cultivos en secano, toda el agua empleada por la planta es agua verde, de tal forma que la huella hídrica total de estos cultivos (HHs) corresponde al agua verde (HHvs).

$$HHs = HHvs \quad (14)$$

En los cultivos en regadío, el componente azul de la huella hídrica (HHa, m³) se ha calculado a partir del uso de agua azul (CUWa, m³/ha/año) entre la superficie cultivada en regadío de cada cultivo (Sr, ha). (Figura 5 b).

Huella hídrica cultivos secano (m³):

$$HHvs = CWUv * Ss \quad (15)$$

Huella hídrica cultivos regadío (m³):

$$HHvr = CWUv * Sr \quad (16)$$

$$HHa = CUWa * Sr \quad (17)$$

La huella hídrica por unidad de producción (HHp, m³/t) de cada cultivo, es decir, su eficiencia hídrica, se obtiene dividiendo la huella hídrica en volumen de agua (HH, m³) entre la cantidad de producto obtenido de cada cultivo (t) cada año. Esta varía en función de las toneladas obtenidas en secano (Ts) y las obtenidas en regadío (Tr). (Figura 5 a y b).

Huella hídrica por unidad de producción en secano (m³/t):

$$HHvsp = HHvs/Ts \quad (18)$$

Huella hídrica por unidad de producción en regadío (m^3/t):

$$HHvrp = HHvr/Tr \quad (19)$$

$$HHap = HHa/Tr \quad (20)$$

Productividad económica del agua

Para llevar a cabo el análisis económico a partir de la huella hídrica se ha seguido la metodología de Garrido et al. (2010). Se han tomado los precios percibidos por los agricultores (€/100kg) de 2008 a 2017 (GN, 2019c; MAPA, 2019), obteniendo a partir de estos datos la productividad económica (PE, €/m³) del agua de riego. Los precios (P) se han expresado en euros por tonelada (€/t).

Conociendo la huella hídrica azul por unidad de producción ($HHap$, m^3/t), al dividir el precio (€/t), entre la huella hídrica se consigue la productividad económica (PE, €/m³) para cada cultivo por comarca y años (Figura 5 a y b).

$$PE = P/HHap \quad (21)$$

2.3. Caso práctico. Cálculo de la huella hídrica de alfalfa en la Cuenca de Pamplona

Se ha considerado importante mostrar un ejemplo para que se entienda mejor el procedimiento. Por esta razón en este epígrafe se presenta el caso práctico del cálculo de la huella hídrica para uno de los cultivos del estudio, la alfalfa, en la Cuenca de Pamplona (Comarca III) en el año 2017.

En primer lugar, a partir de los datos mensuales de 1961 a 2002 de la evapotranspiración del cultivo (Etc_m), la precipitación efectiva ($PrEfec_m$) y las necesidades hídricas del cultivo (NHn_m) se han obtenido los valores anuales promedio de estos tres parámetros (Anexo 2), siendo en el caso de la alfalfa los siguientes:

Etc : 5180, 64 $m^3/ha/año$

$PrEfec$: 2316, 94 $m^3/ha/año$

NHn : 3037, 98 $m^3/ha/año$

En las necesidades hídricas obtenidas (NHn), solo ha tenido en cuenta el agua de riego que precisa el cultivo, pero no la eficiencia de riego.

Para obtener las necesidades hídricas totales se ha tomado un valor de eficiencia de aplicación (EA) de 0,74, teniendo en cuenta que en la Comarca III la superficie regada en 2017 ha sido de 25 hectáreas. De estas, 16 mediante riego por aspersión y 9 mediante riego gravitacional. La eficiencia estándar de riego por aspersión aplicada ha sido de 0,55 y la de gravitacional d 0,85.

$$EA = \frac{(9 * 0,55) + (16 * 0,85)}{25} = 0,742 = 74,2\%$$

Conociendo la EA de aplicación se pueden obtener las necesidades hídricas totales (NHt) del cultivo a partir de las necesidades hídricas netas (NHn).

$$NHt = \frac{3037,98}{0,742} = 4094,31 \text{ m}^3/\text{ha/año}$$

Conocidos estos parámetros se obtiene el uso de agua tanto verde (CWUv) como azul (CWUa) por hectárea.

$$CWUv = (\min 5180,64 ; 5180,64 - 3037,98) = 2142,66 \text{ m}^3/\text{ha/año}$$

$$CWUa = (4094,31 ; 0) = 4094,31 \text{ m}^3/\text{ha/año}$$

En 2017 la superficie de alfalfa cultivada en secano fue de 14 hectáreas consumiéndose 29.997 m³ de agua ese año. Toda esta agua es agua verde (HHvs), puesto que, en los cultivos de secano, la única aportación de agua es la de la precipitación.

$$CWUvs = 2142,66 * 14 = 29.997 \text{ m}^3$$

La superficie de alfalfa cultivada en regadío en ese mismo año ha sido de 23 hectáreas, por lo que se han consumido 49.281 m³ de agua verde (HHvr) y 94.169 m³ de agua azul (HHa).

$$HHvr = 2142,66 * 23 = 49.281 \text{ m}^3$$

$$HHa = 4094,31 * 23 = 94.169 \text{ m}^3$$

En las 14 hectáreas de alfalfa en secano se ha obtenido una producción de 216 toneladas (t), de tal forma que se consumen 139 m³ de agua verde (HHvs) por tonelada de alfalfa, obteniéndose la huella hídrica en función de la producción (HH p, m³/t).

$$HHvsp = \frac{29.997}{216} = 139 \text{ m}^3/\text{t}$$

Mientras que en las 23 hectáreas de alfalfa en regadío se obtienen 744 toneladas, consumiéndose 66 m³ de agua verde (HHvr) y 127 m³ de agua azul por tonelada de alfalfa.

$$HHvrp = \frac{49281}{744} = 66 \text{ m}^3/\text{t}$$

$$HHap = \frac{94169}{744} = 127 \text{ m}^3/\text{t}$$

Por último, para obtener la productividad económica se ha utilizado el precio percibido por los agricultores (€/100kg), que en 2017 es de 10,46€, es decir 104,6€/t por tonelada de alfalfa. Teniendo en cuenta este precio, se ha obtenido que la productividad económica (PE, €/m³) es de 0.83 €/ m³.

$$PEa \left(\frac{\text{€}}{\text{m}^3} \right) = \frac{104,6\text{€}}{127\text{m}^3/\text{t}} = 0,83 \text{ €/m}^3$$

3. RESULTADOS

Siguiendo los cálculos expuestos en el Apartado 3 se ha obtenido la huella hídrica verde y azul de los principales cultivos, tanto en secano como en regadío, de cada una de las Comarcas Agrarias de Navarra de 2008 a 2017.

3.1. Huella hídrica media 2008-2017

En Navarra se ha estimado una huella hídrica anual de 905,78 hm³/año, valor promedio de 2008-2017. De la cuál 292,53 hm³/año corresponden a la huella hídrica azul y 613,25 hm³/año a la verde. Esta última incluye el agua verde consumida por los cultivos de regadío como de secano. Los valores que se han obtenido de huella hídrica consumida en Navarra son una estimación puesto que, únicamente se ha contabilizado el agua consumida por algunos cultivos, dejando de contabilizar otros, como el maíz forrajero en la comarca I (datos GN, 2019). Como se ha comentado anteriormente, esta simplificación se ha llevado a cabo por la falta de datos referente a algunos cultivos. Siendo la huella hídrica de Navarra, la huella hídrica total de los cultivos analizados, expuestos en el Anexo 1.

En las figuras mostradas a continuación, Figura 6, 7 y 8, se muestra la huella hídrica verde (HHv, hm³) y azul (HHa, hm³) promedio de 2008-2017 por Comarca Agraria.

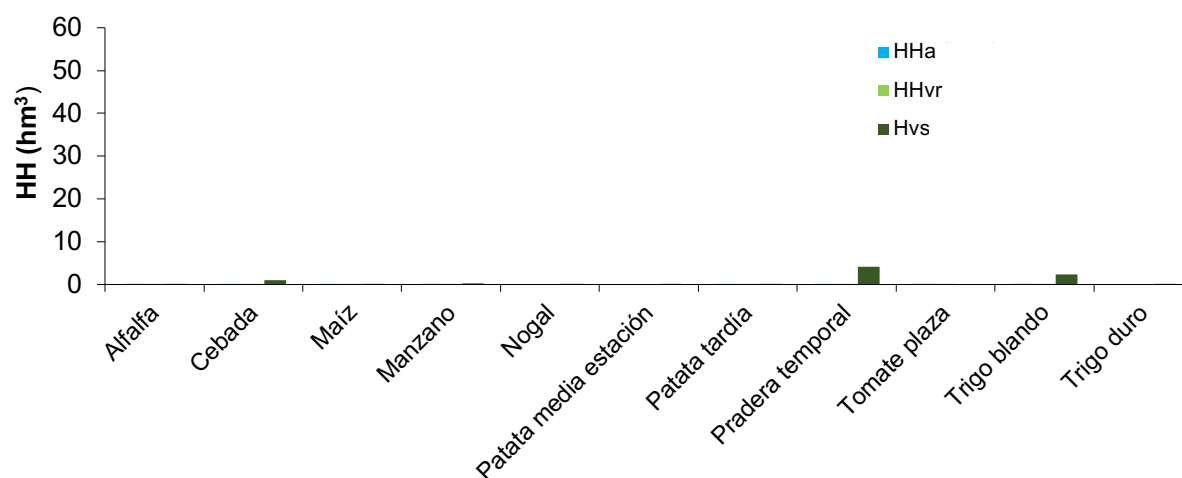
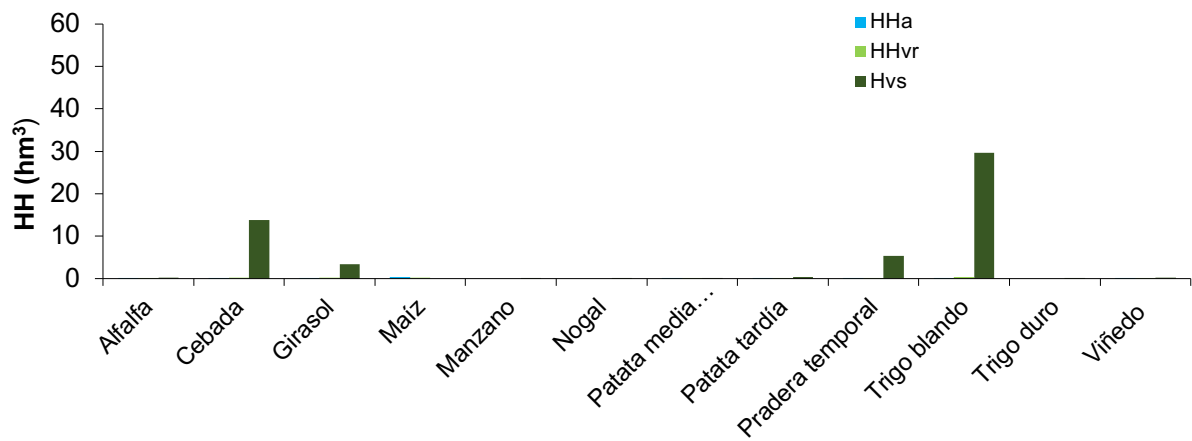
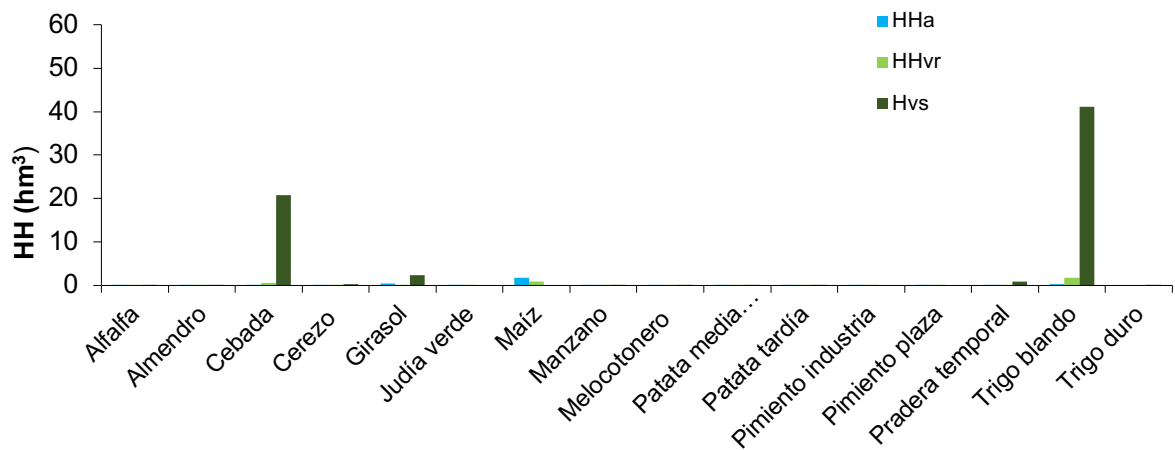


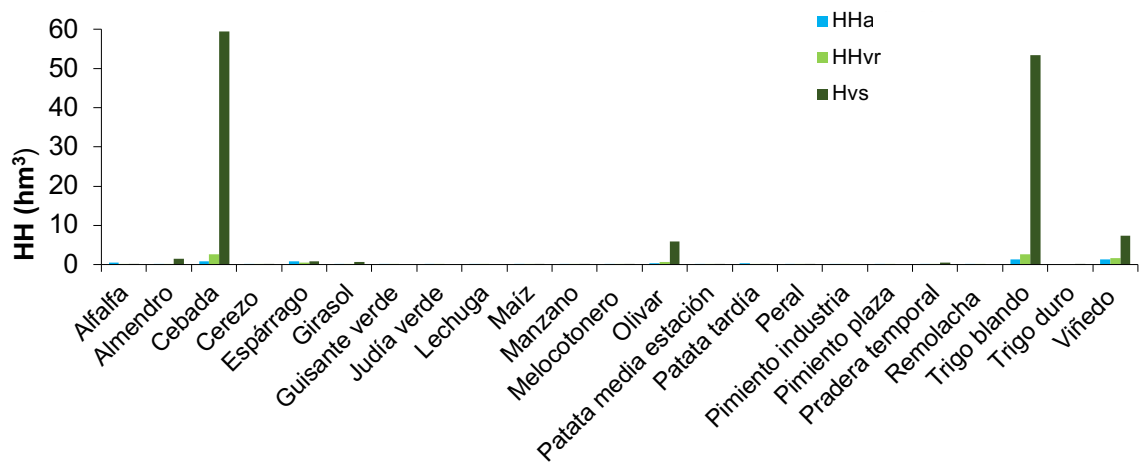
Figura 6. Huella hídrica verde en secano (HHvs, hm³), huella hídrica verde en regadío (HHvr, hm³) y huella hídrica azul (HHa, hm³) de los principales cultivos de la Comarca I. Promedio 2008-2017



a) Comarca II

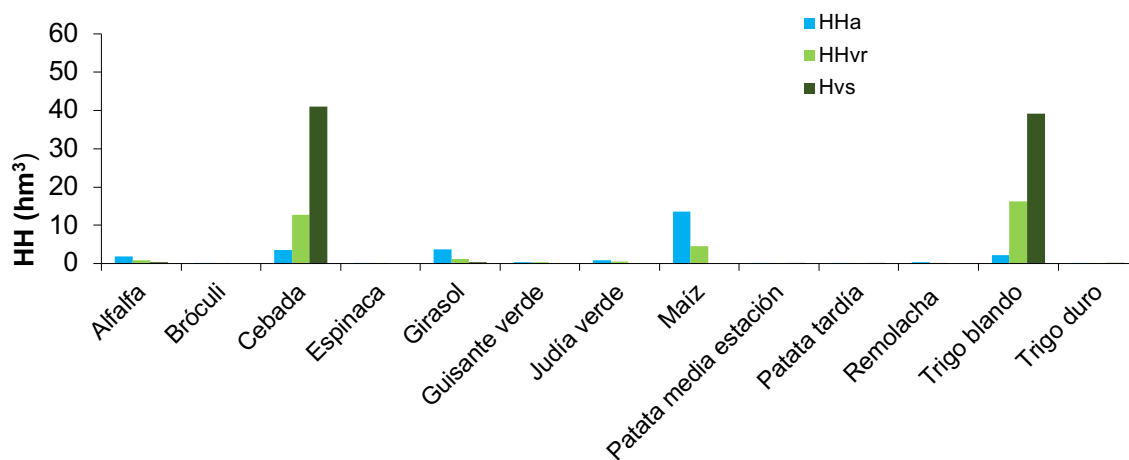


b) Comarca III

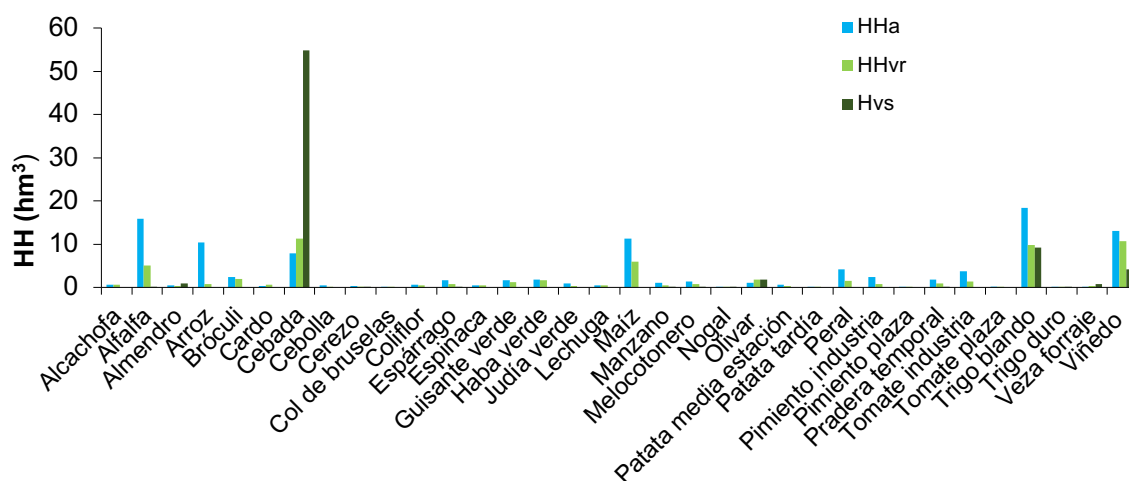


c) Comarca IV

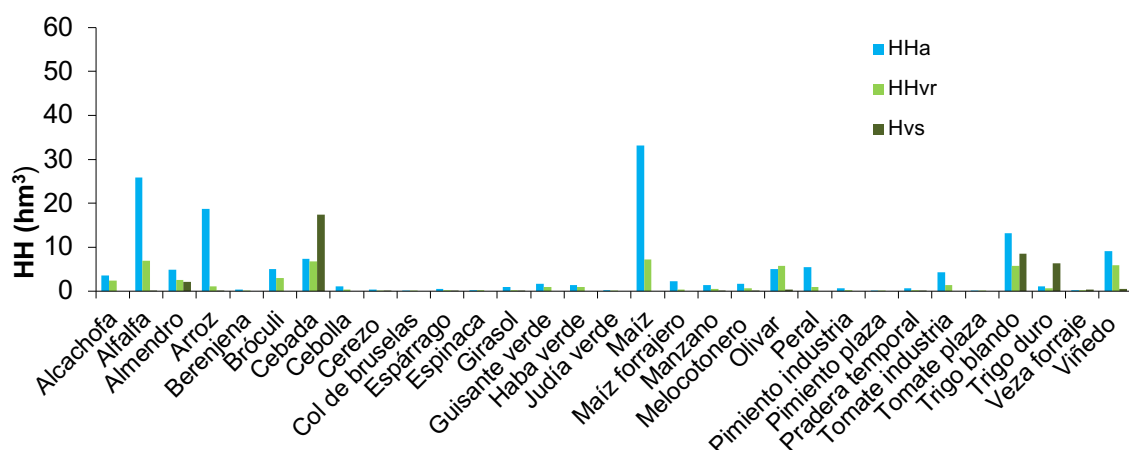
Figura 7. Huella hídrica verde en secano (HHvs, hm^3), huella hídrica verde en regadío (HHvr, hm^3) y huella hídrica azul (HHa, hm^3) de los principales cultivos por Comarca Agraria. Promedio 2008-2017. a) Comarca II b) Comarca III, c) Comarca IV



a) Comarca V



b) Comarca VI



c) Comarca VII

Figura 8. Huella hídrica verde en secano (HHvs, hm³), huella hídrica verde en regadío (HHvr, hm³) y huella hídrica azul (HHa, hm³) de los principales cultivos por Comarca Agraria. Promedio 2008-2017. a) Comarca V, b) Comarca VI, c) Comarca VII

En ellas se observa como la comarca en la que menos agua consumen los cultivos es la I, Navarra Noroccidental. Esto se debe principalmente a que el número de hectáreas cultivadas en el norte de Navarra es menor que el de las cultivadas en el sur, de tal forma que, además de que los m³/ha consumidos en la mayoría de los casos es superior en el sur, los m³ totales consumidos en toda la comarca, aumentan debido al mayor número de hectáreas cultivadas.

Los m³/ha consumidos por los cultivos en el norte son inferiores, en parte, por el clima, expuesto anteriormente, que estas comarcas presentan. En el norte las temperaturas son más bajas y hay mayor humedad, siendo la evapotranspiración de los cultivos en la mayoría de los casos menor, precisando menos agua que en el caso de las comarcas situadas al sur de Navarra, donde las necesidades hídricas son más elevadas.

En todas las comarcas, a excepción de la VI y VII, la huella hídrica a destacar es la verde de los cultivos en secano, representando el 61,8% del total consumida en Navarra. Esto refleja el hecho de que en Navarra la superficie cultivada en secano es mayor a la de regadío, el 68% de superficie en secano frente al 32% en regadío en el año 2016 (Gobierno de Navarra, 2019d). El 18,6% de la huella hídrica hace referencia al componente verde de los cultivos de regadío y el 19,6% restante a la huella hídrica azul.

En el norte, donde las precipitaciones son abundantes, la mayoría de los cultivos son de secano, consumiendo únicamente agua verde. En los casos en los que en estas zonas hay regadío, la huella hídrica azul es baja, puesto que el agua verde satisface la mayoría de las necesidades del cultivo (Figura 6 y 7).

A diferencia de la comarca I y II, en las que el valor de la huella hídrica es bajo y sobre todo se trata de huella hídrica verde, las comarcas V, VI y VII, presentan mayor valor de huella hídrica total. Se observa también un aumento de huella hídrica verde consumida en regadío y la presencia de huella hídrica azul (Figuras 8), debido a unas mayores necesidades hídricas de los cultivos y disminución de la precipitación en estas comarcas.

Todo ello también se ve influenciado en el tipo de cultivo. En las comarcas del norte destacan cultivos como la pradera o los cereales, cultivos más de secano, mientras que en el sur, además de estos tienen gran presencia hortalizas y frutales, cultivos especialmente de regadío, donde queda principalmente recogida la huella hídrica azul de Navarra.

También cabe destacar que en los cultivos donde se observa una mayor huella hídrica azul (Figura 8), son en su mayoría aquellos cuyos sistemas de riego presentan rendimientos más bajos (Tabla 1), obtenidos a partir de la eficiencia de aplicación estándar de cada sistema de riego según INTIA (2019b). Si se tuvieran en cuenta otros rendimientos este agua azul empleada variaría.

Como se puede observar en la mayoría de cultivos, el consumo de agua azul aumenta conforme las comarcas se encuentran situadas al sur de Navarra, debido a que la precipitación efectiva es menor (menos disponibilidad de agua verde) y precisan de agua de riego (agua azul) para la evapotranspiración. Esta variación entre el agua verde y azul empleada en regadío en función de la comarca se puede observar en diferentes cultivos, como por ejemplo en el girasol (Figura 9).

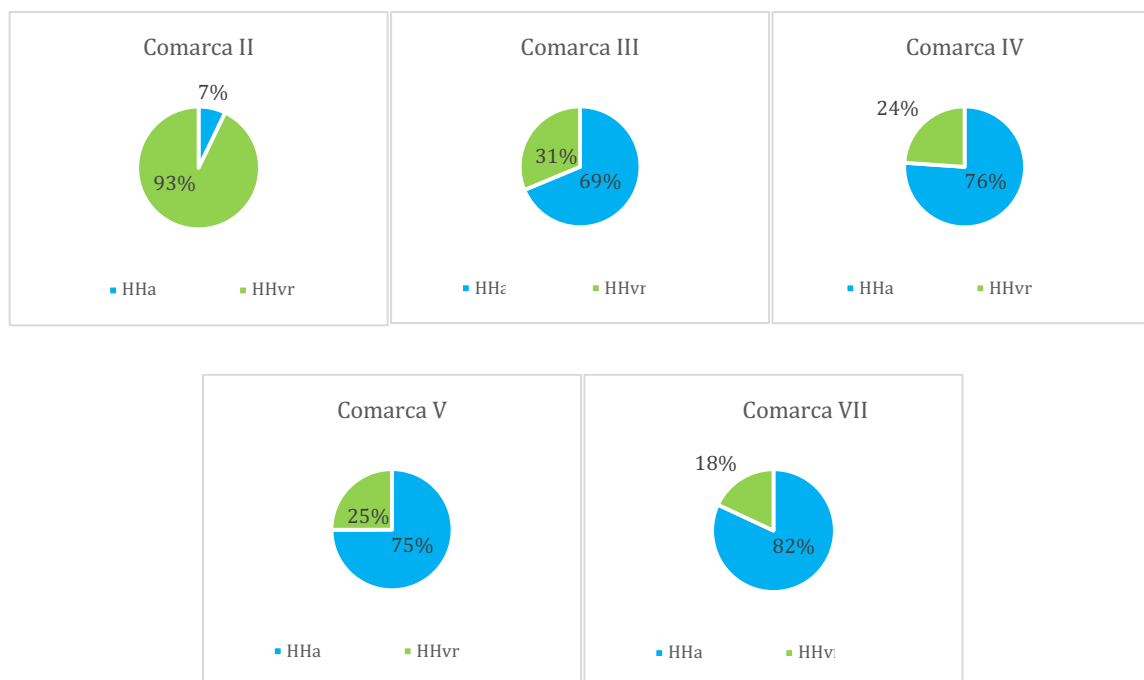


Figura 9. Porcentajes componentes huella hídrica (m^3) del girasol en regadío almendro por Comarca Agraria (II-CVII). Promedio 2008-2017.

3.2. Huella hídrica por unidad de producción

Como se ha mencionado anteriormente, la elevada huella hídrica de algunos cultivos se debe a la superficie que estos ocupan en Navarra. Independientemente de esta, en función del uso de agua de cada cultivo (m^3/ha) y el rendimiento (t/ha) cada cultivo consume un volumen de agua por unidad de producción (HHp , m^3/t), es decir son más eficientes o menos consumiendo agua. En el Anexo 4 se han representado las figuras correspondientes a la huella hídrica por unidad de producción (HHp m^3/t) de cada cultivo por cada Comarca Agraria a partir de los valores promedio de 2008-2017.

En la Figuras 10 se muestra la huella hídrica media de 2008-2017 del almendro en función de la producción, es decir, los m^3 de agua que se precisan para producir una tonelada de almendras, junto al rendimiento del cultivo (t/ha).

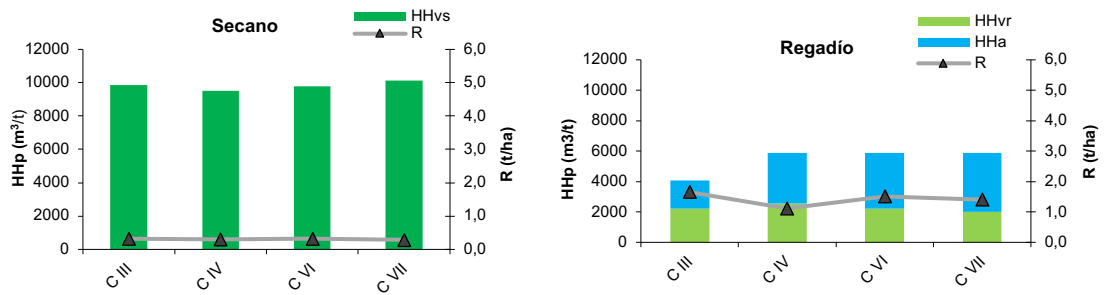


Figura 10. Huella hídrica por unidad de producción (HHp, m³/t) y rendimiento (R, t/ha) del almendro por Comarca Agraria (C-III, C-IV, C-VI, C-VII). Valores promedio 2008-2017. a) Almendro en seco b) Almendro en regadío

A pesar de que la huella hídrica del Almendro es poco representativa en Navarra se ha analizado este cultivo por ser, de los cultivos analizados (Anexo 4), el que más agua consume para conseguir una tonelada de producto, es decir, el menos eficiente consumiendo el agua. A pesar de que otros cultivos consumen más agua por hectárea, el rendimiento del almendro es bajo, lo que hace que su consumo por tonelada se eleve. Este bajo rendimiento se refleja sobre todo en los cultivos de seco, donde su huella hídrica por tonelada (HHp, m³/t) es superior a la de los de regadío (Figura 11 y 12).

Sin embargo, otros cultivos como el trigo blando, a pesar de ser de los que mayor huella hídrica presentan en conjunto en Navarra (Figura 6, 7 y 8), su consumo por tonelada es menor que el del almendro (Figura 11 y 12). Esto se debe a que el trigo presenta un mayor rendimiento que el almendro, obteniéndose una mayor producción con un menor consumo de agua.

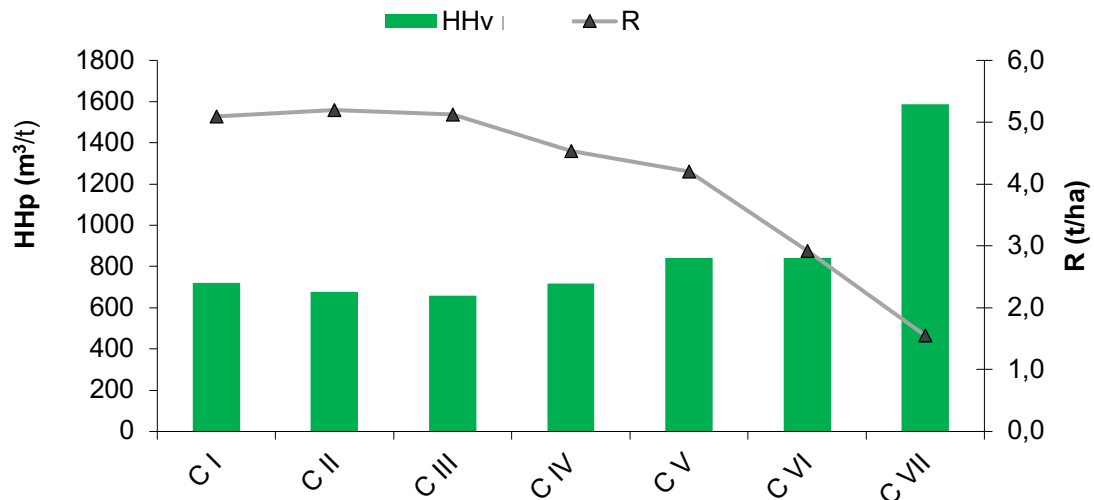


Figura 11. Huella hídrica en función de la producción (HHp, m³/t) y rendimiento (R, t/ha) del trigo blando en seco por Comarca Agraria (C-I-C-VII). Valores promedio 2008-2017.

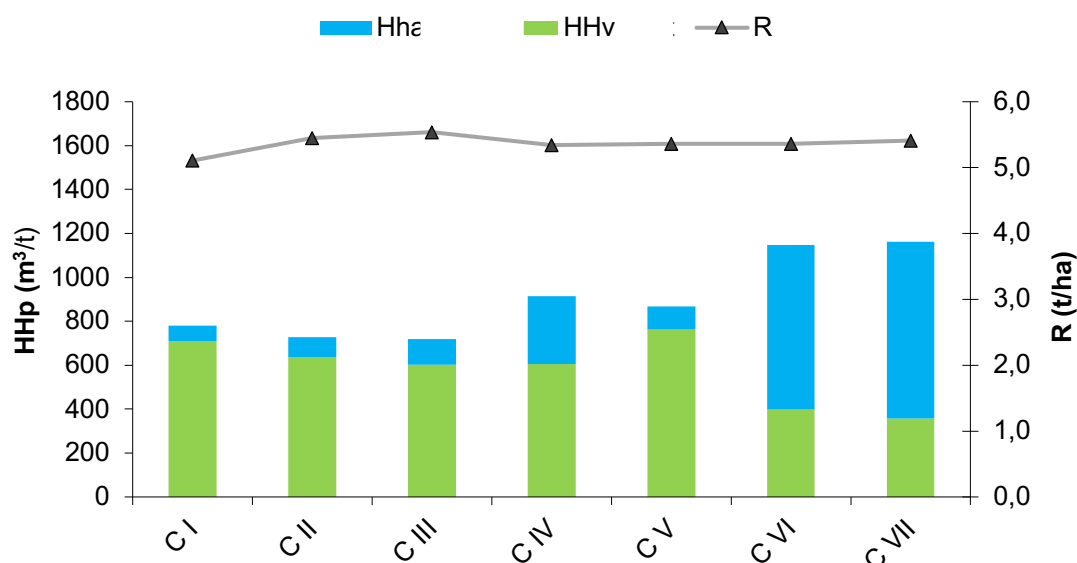


Figura 12. Huella hídrica en función de la producción (HHp, m³/t) y rendimiento (R, t/ha) del trigo blando en regadío por Comarca Agraria (C I-CVII). Valores promedio 2008-2017.

En el trigo blando el rendimiento en secano como en regadío en las comarcas I, II y III es similar, presentando una huella hídrica semejante ($HHvs \approx HHvr + HHa$), siendo algo mayor la huella hídrica en regadío, puesto que con el agua azul se llegan a cubrir todos los requerimientos hídricos del cultivo, consumiéndose más cantidad de esta. En las comarcas IV, V, VI y VII, el rendimiento va disminuyendo, sobre todo en secano. Esto se debe a que, en las primeras comarcas, el trigo está bien adaptado a estas zonas, y debido al clima que estas presentan no requiere de riego para la obtención de buenos rendimientos. En cambio, cuando se cultiva más al sur, el clima es más cálido y con menor precipitación, precisando de riego para la obtención de rendimientos elevados. En la comarca VII se observa esta gran diferencia entre el rendimiento en secano y en regadío, siendo muy bajo el rendimiento en secano, requiriendo de una mayor cantidad de agua para la producción de una tonelada de trigo (mayor HHp, m³/t).

3.3. Evolución de la huella hídrica

Una vez analizada la huella hídrica de los cultivos y diferenciada entre comarcas mediante los valores medios de 2008 a 2017, en la Figura 13 y 14 se ha representado la evolución de esta en los 10 años, permitiendo observar los cambios en el consumo de agua por comarca de 2008 a 2017. Tanto en secano (Figura 13) como en regadío (Figura 14) el aumento o disminución de la huella hídrica viene dado principalmente por un aumento o disminución en la superficie cultivada.

La figura 13 recoge la evolución de la huella hídrica de los cultivos de secano en cada Comarca Agraria, siendo bastante homogénea aunque con cierta disminución a lo largo de los años en la mayoría de las comarcas, coincidiendo con la disminución de la superficie cultivada en secano. Como se explica más adelante, la comarca que más agua consume es la IV, con una

mayor superficie, siendo la que menos la I, comarca con menor superficie de cultivo. La huella hídrica varía a lo largo de los años en función de la superficie, sin embargo, se ha observado como las comarca II, VII, a pesar de tener superficies de cultivo en secano similares, la huella hídrica en la comarca II es superior, comarca con precipitaciones más abundantes y por lo tanto, mayor disponibilidad de agua.

La Figura 14 representa la huella hídrica de los cultivos en regadío por Comarca Agraria en los 10 años. Al igual que en secano, esta evolución va ligada a la superficie cultivada en regadío. En las comarcas V, VI y VII se ha apreciado un aumento en la superficie y en la huella hídrica de regadío, coincidiendo con un descenso en la superficie y huella hídrica de secano (Figura 13), causa de la sustitución de cultivos de secano por cultivos de regadío. La comarca que mayor huella hídrica presenta en regadío es la VII, sin embargo en la mayoría de los años la superficie cultivada es mayor en la comarca VI, esto es debido a que el uso de agua azul (m^3/ha) es mayor en la comarca VII. En el Anexo 5 se muestra la esta evolución de 2008 a 2017 centrada únicamente en el consumo de agua azul por Comarca Agraria.

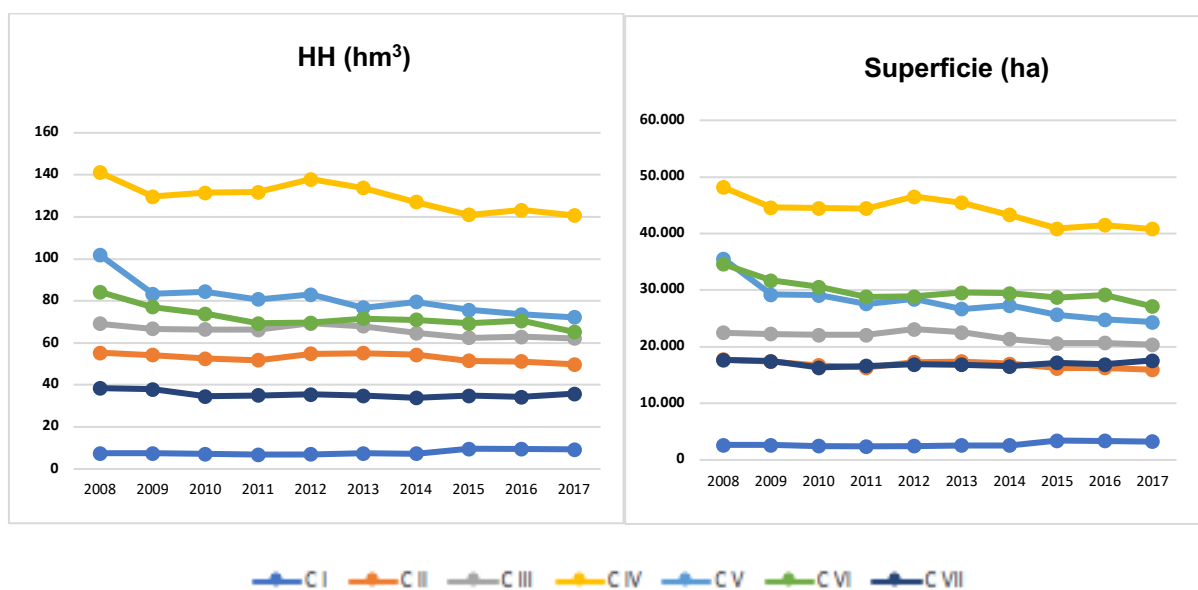


Figura 13. Evolución de la huella hídrica (HH, hm^3) y superficie (S, ha) de los cultivos en secano por Comarca Agraria (CI-CVII) de 2008 a 2017.

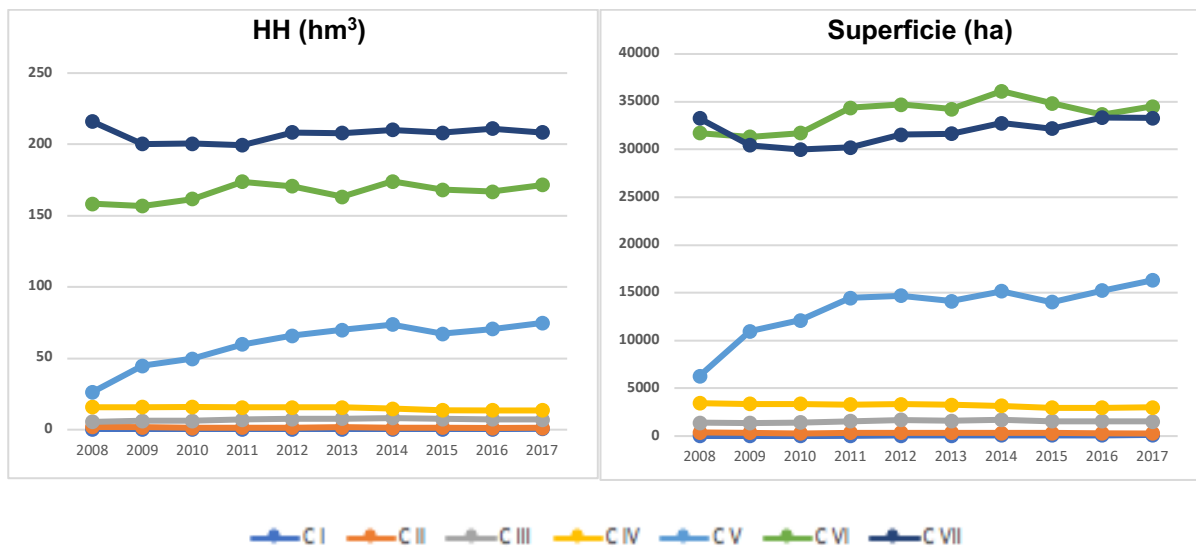


Figura 14. Evolución de la huella hídrica (HH, hm³) y superficie (S, ha) de los cultivos en regadío por Comarca Agraria (CI-CVII) de 2008 a 2017.

A la hora de analizar esta evolución de la huella hídrica a lo largo de los años y su presencia en cada comarca se manejan una gran cantidad de datos, por lo que, viendo como la huella hídrica no varía en gran medida a lo largo de los 10 años analizados, se ha llevado a cabo un análisis más concreto de únicamente 3 años: 2008, 2013 y 2017. Quedando recogidos en el Anexo 3 todos los valores correspondientes al año 2017.

En la Figura 15 se muestra un mapa de 2008, 2013 y 2017 con la representación del agua total consumida por comarca (hm³), donde se aprecia, como entre 2013 y 2017 apenas hay diferencias, siendo algo mayor la huella hídrica de las comarcas IV, VI y VII en el 2008.

A la hora de analizar la huella hídrica es de gran importancia diferenciar entre el tipo de agua consumida. En la Figura 16, se aprecia como varía la proporción entre sus componentes.

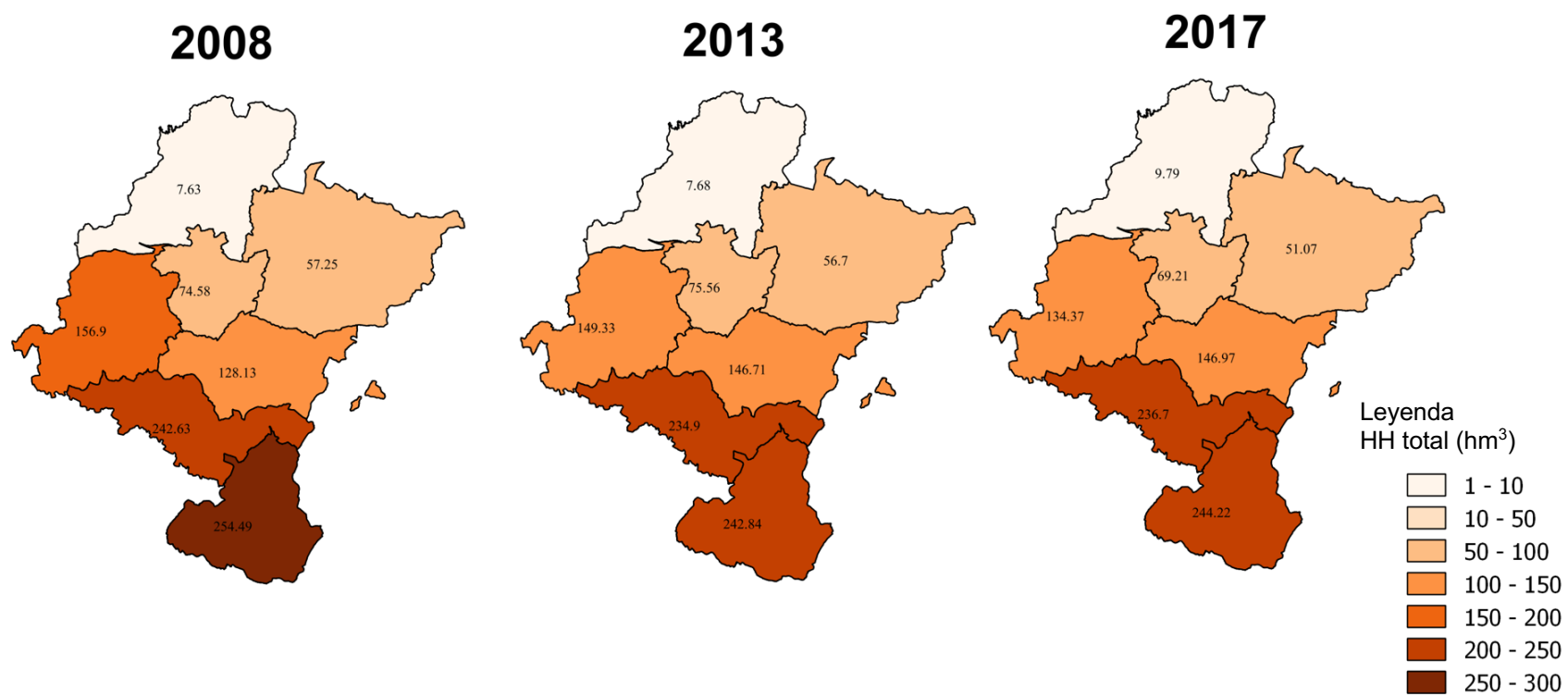


Figura 15. Huella hídrica total (verde y azul) por Comarca Agraria (HH, hm³) año 2008, 2013 y 2017.

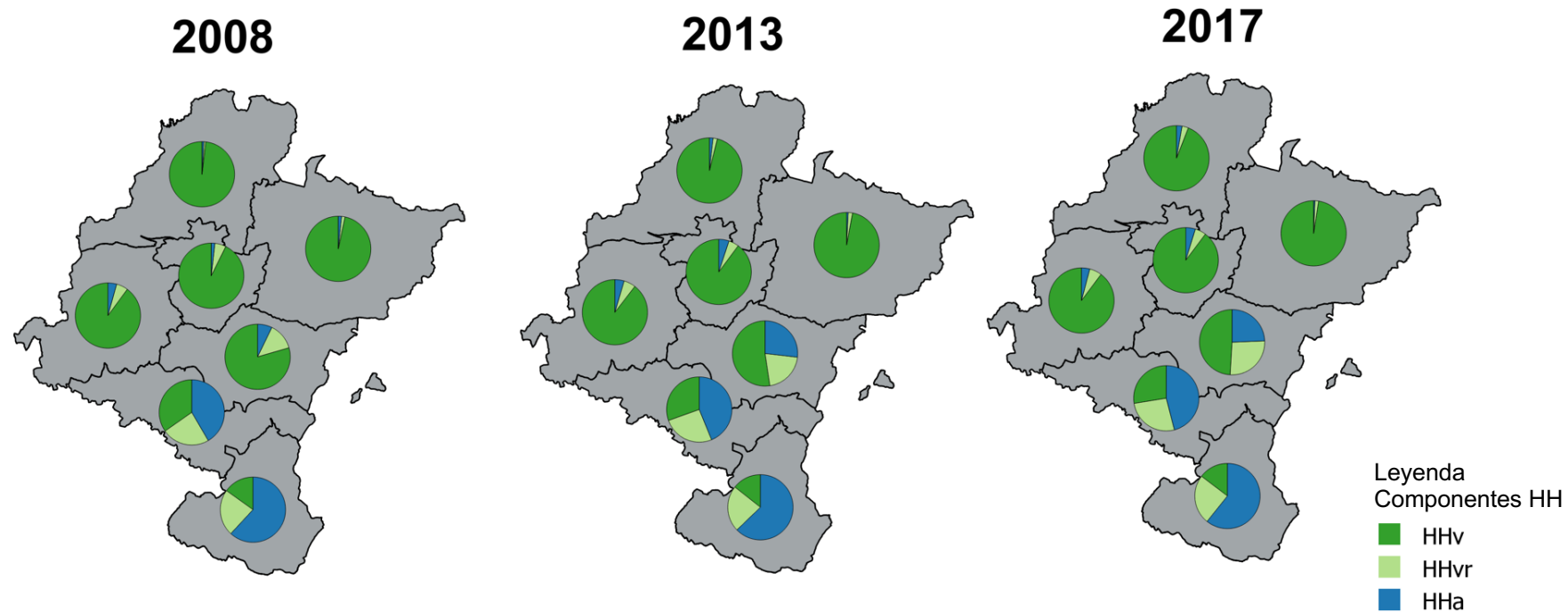


Figura 16. Proporción huella hídrica azul (HHa), huella hídrica verde en regadío (HHvr) y huella hídrica verde en secano (HHvs) por Comarca Agraria en 2008, 2013 y 2017.

En la comarca V incrementa el agua azul consumida en los años 2013 y 2017 respecto al año 2008 (Figura 16), disminuyendo el agua verde en secano. Esto coincide con la tendencia mostrada en las Figura 13 y 14, siendo la comarca V en la que se produce un mayor aumento de la huella hídrica de los cultivos en regadío y disminución en secano, siendo sustituidos unos por otros.

En la Figura 17 se muestra este aumento de la huella hídrica de regadío en la Comarca V entre 2008 y 2017, observándose el crecimiento tanto del agua verde como azul. Este incremento se aprecia principalmente en el cultivo de maíz y trigo, cultivos cuyo rendimiento en esta comarca es mayor en regadío que en secano.

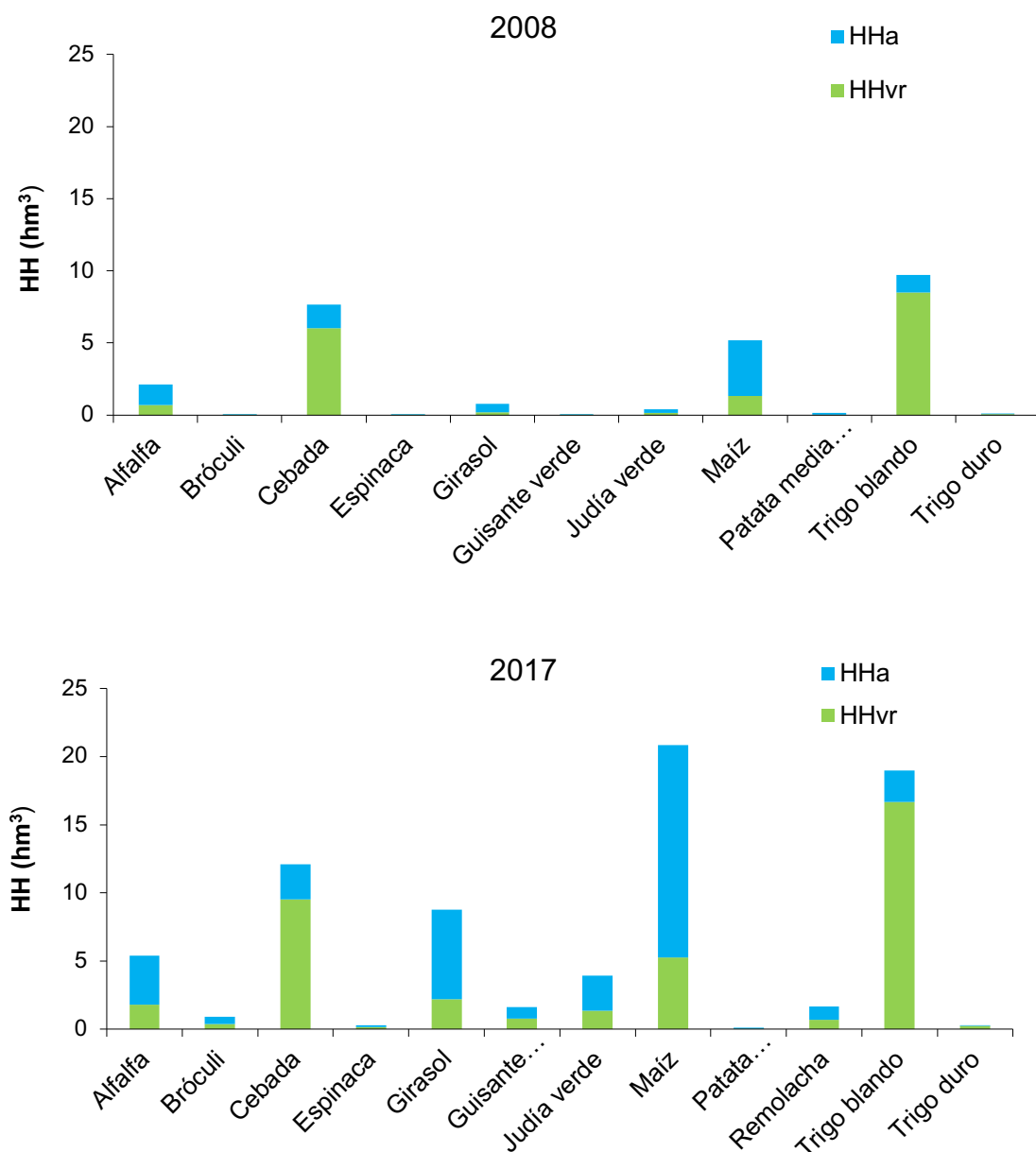


Figura 17. Huella hídrica verde (HHvr, m³) y azul (HHa, m³) en 2008 y 2017 de los cultivos de regadío en la Comarca V.

En las Figuras 18-19 (huella hídrica verde en secano), 20 (huella hídrica verde en regadío) y 21 (huella hídrica azul) quedan reflejadas las variaciones entre años anteriormente comentadas, reflejando la huella hídrica desagregada en sus componentes.

En la Figura 18 se aprecia la evolución del agua verde en secano en los 3 años. Como se ha mencionado anteriormente, disminuye este agua verde entre 2008, 2013 y 2017, destacando la disminución en la Comarca IV y V, zonas donde cultivos en secano han sido sustituidos por cultivos en regadío.

La comarca con mayor huella hídrica en secano (hm^3) es la IV, debido a que abarca una mayor superficie cultivada en secano. Sin embargo, como se observa en la Figura 19, las zonas con mayor consumo de agua en regadío por hectárea (m^3/ha) son las II y III, comarcas con mayores precipitaciones, mayor disponibilidad de agua verde.

Respecto a la huella hídrica verde en regadío (HHvr, hm^3) (Figura 20), el aumento en las comarcas V, VI y VII en 2013 y 2017 se debe al incremento de la superficie cultivada en regadío en estas zonas. Llevando, como se refleja en la Figura 21, a un aumento del consumo de agua azul (HHa, hm^3) en ellas, a excepción de la comarca VII, donde la huella hídrica azul disminuye al sustituir unos cultivos por otros, reduciéndose la superficie de cultivos con uso de agua azul elevado (m^3/ha) como el girasol y el maíz.

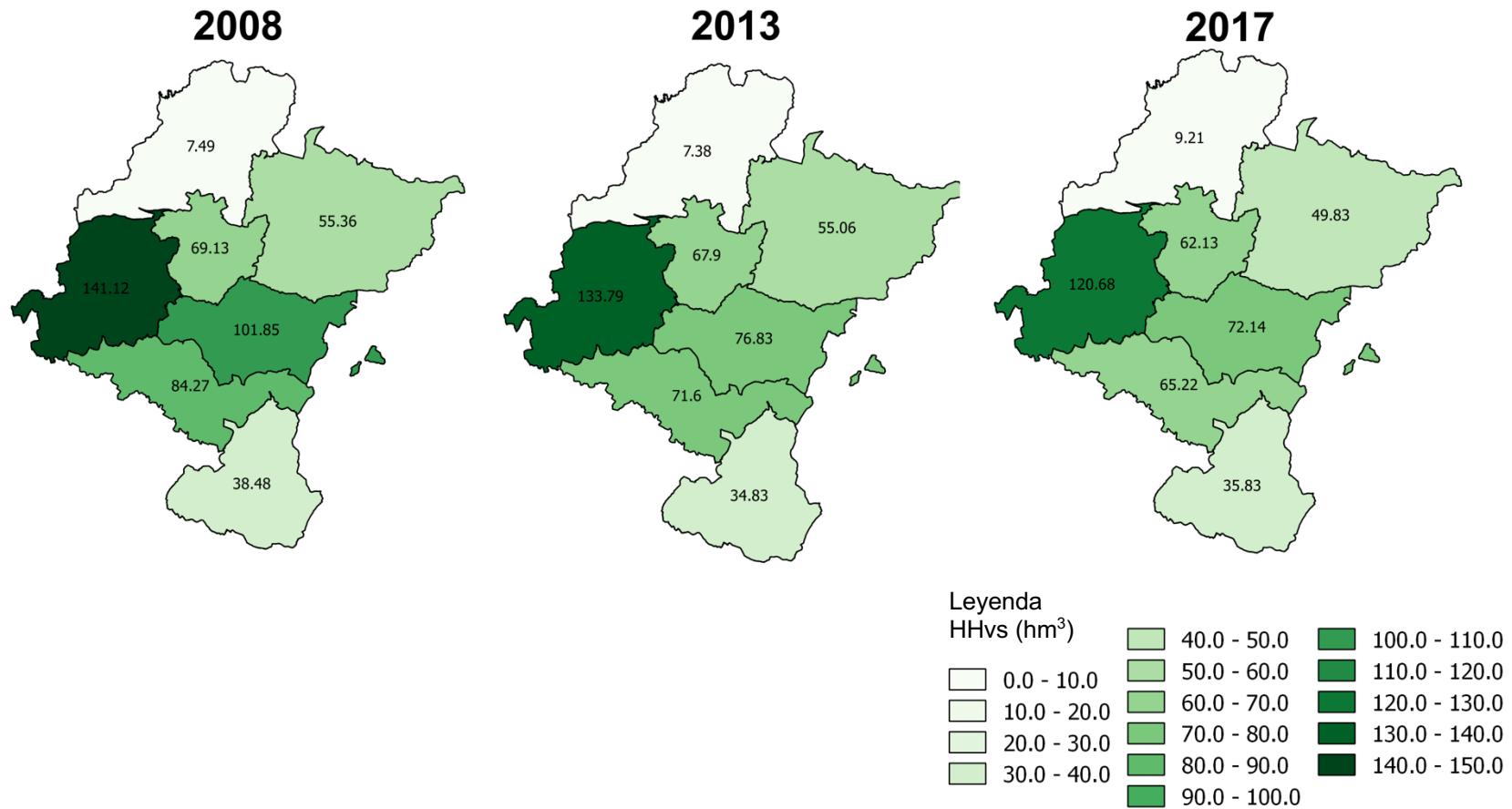


Figura 18. Huella hídrica verde de los cultivos de secano (HHvs, hm³) en 2008, 2013 y 2017 por Comarca Agraria. Nota: HHvs obtenida a partir de la suma de la huella hídrica verde (hm³) de los cultivos en secano de cada comarca.

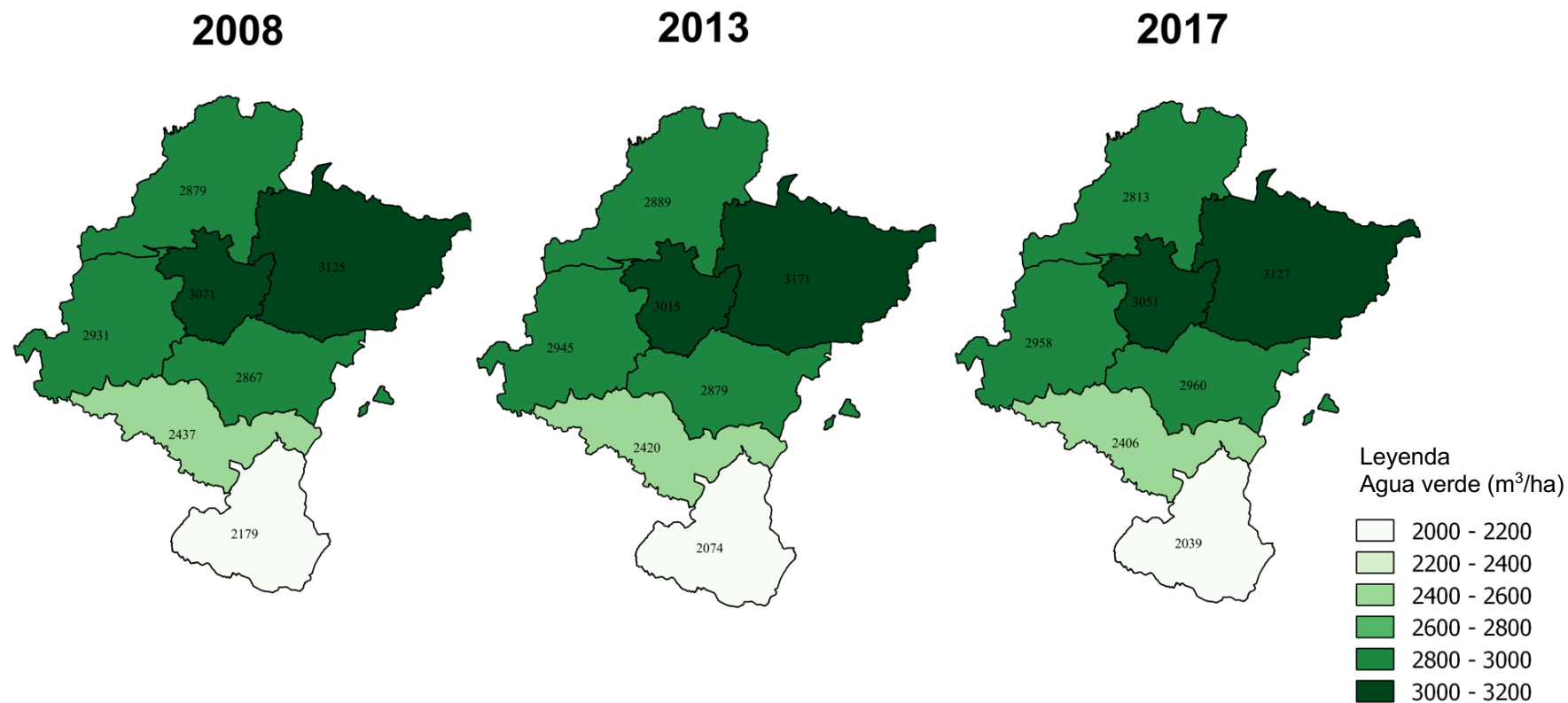


Figura 19. Consumo de agua verde por hectárea (m³/ha) de los cultivos de secano en 2008, 2013 y 2017 por Comarca Agraria. Nota: Valor de consumo de agua obtenido a partir de la suma del agua verde (m³/ha) de los cultivos de cada comarca.

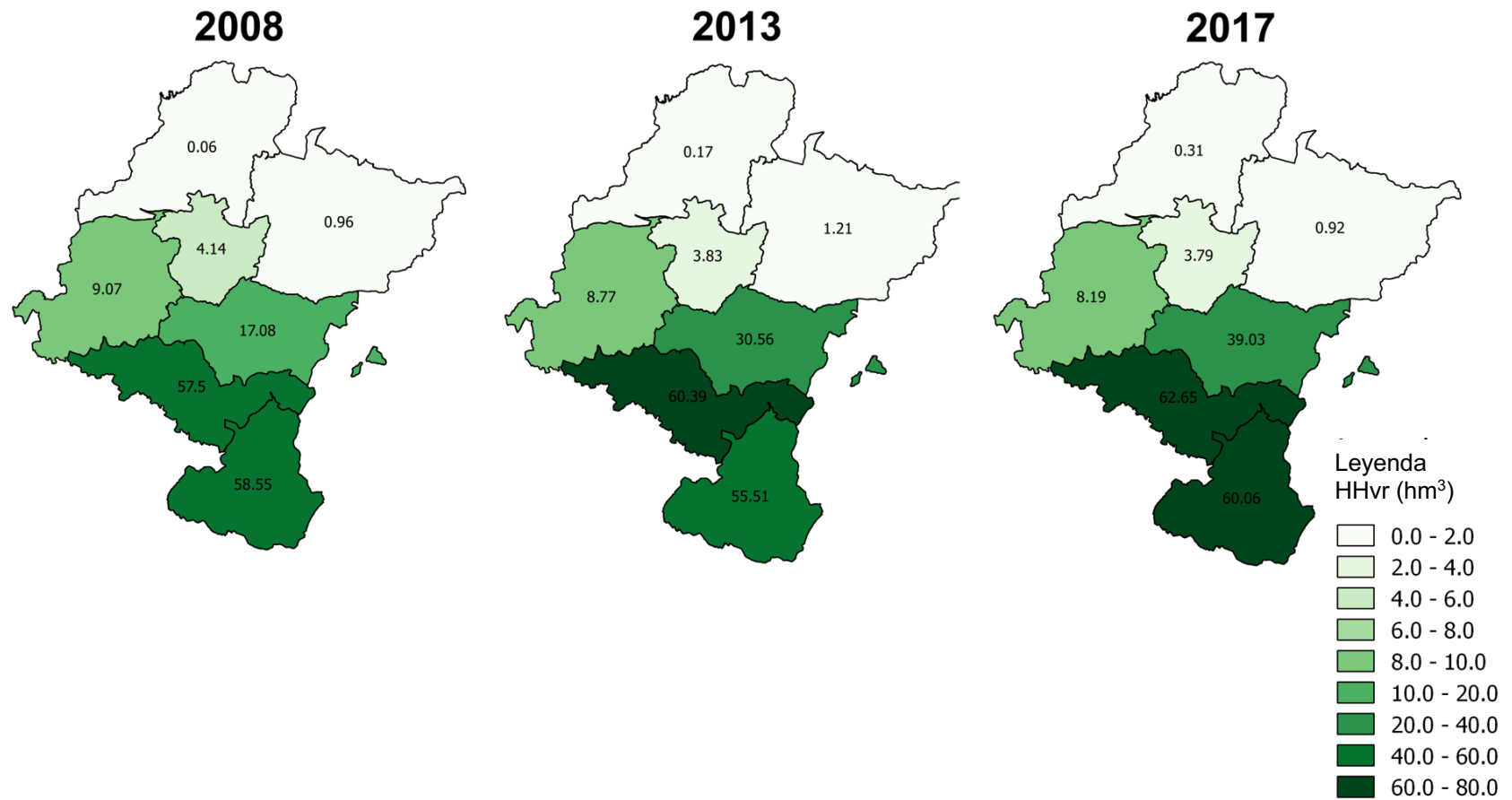


Figura 20. Huella hídrica verde de los cultivos de regadío (HHvr, hm³) en 2008, 2013 y 2017 por Comarca Agraria. Nota:HHvr obtenida a partir de la suma de la huella hídrica verde (hm³) de los cultivos en secano de cada comarca.

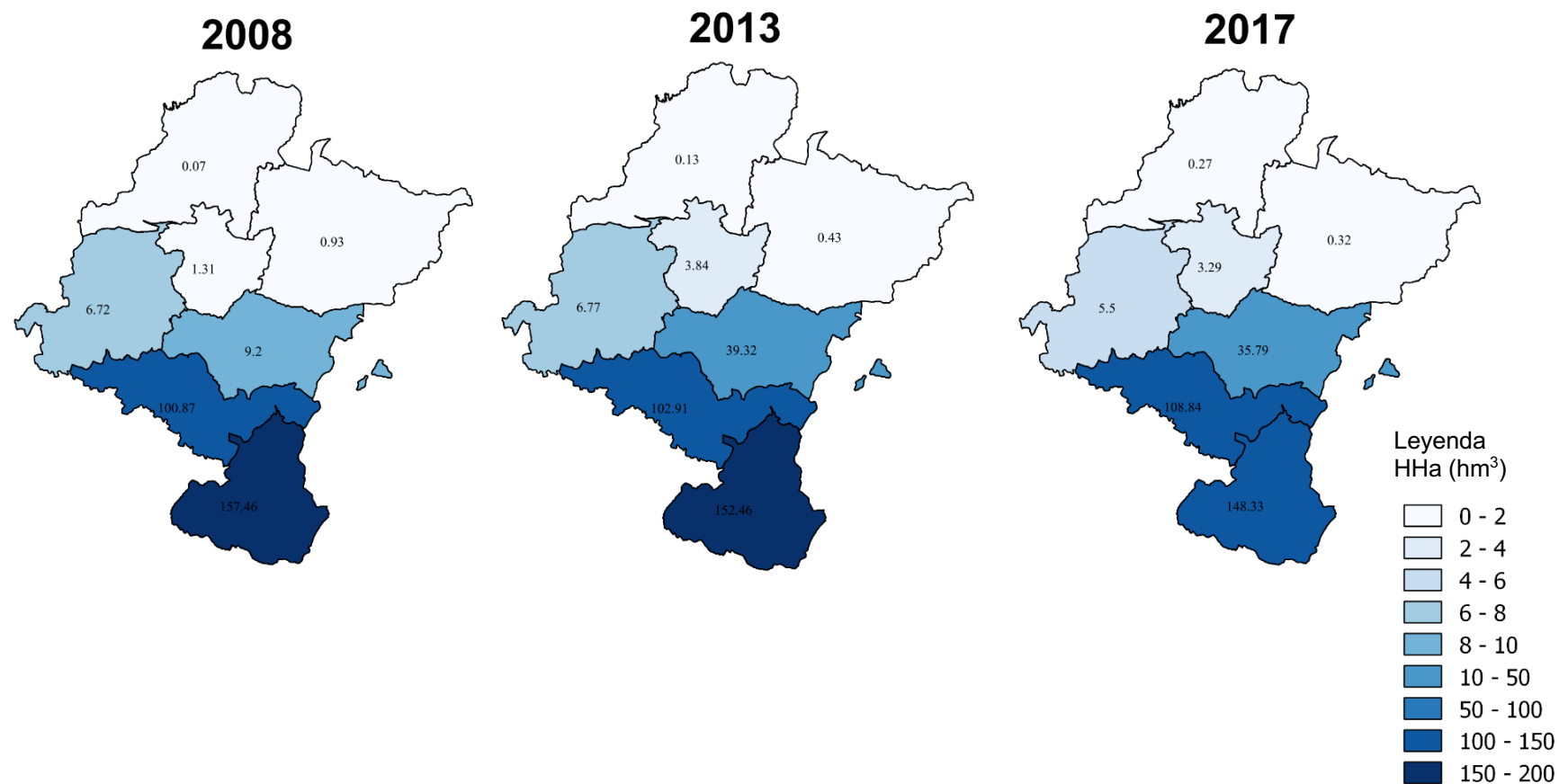


Figura 21. Huella hídrica azul de los cultivos de regadío (HHa) en 2008, 2013 y 2017 por Comarca Agraria. Nota:Huella hídrica azul obtenida a partir de la suma de la huella hídrica azul (hm³) de los cultivos en regadío de cada comarca

Respecto a la productividad económica, en la Figura 22 y 23 se muestra el caso particular de la productividad económica del agua azul ($\text{€}/\text{m}^3$) en las comarcas III y V respectivamente, en el año 2017, junto a la huella hídrica (hm^3) de los cultivos en regadío de estas comarcas. En ella se observa como la productividad económica varía entre unos cultivos y otros, no siendo los cultivos que más agua consumen aquellos que mayor productividad económica presentan. Los cultivos que mayor productividad económica presentan son las hortalizas, destacando entre ellas el pimiento.

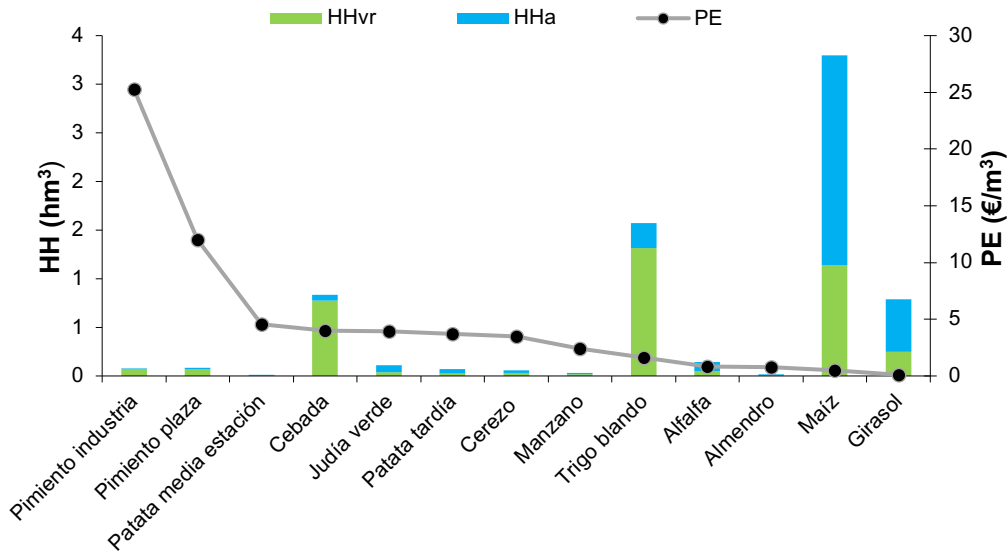


Figura 22. Huella hídrica verde (HHvr, m^3) y azul (HHa, m^3) de los cultivos de regadío y productividad económica del agua azul (PE, $\text{€}/\text{m}^3$) en la Comarca III en 2017.

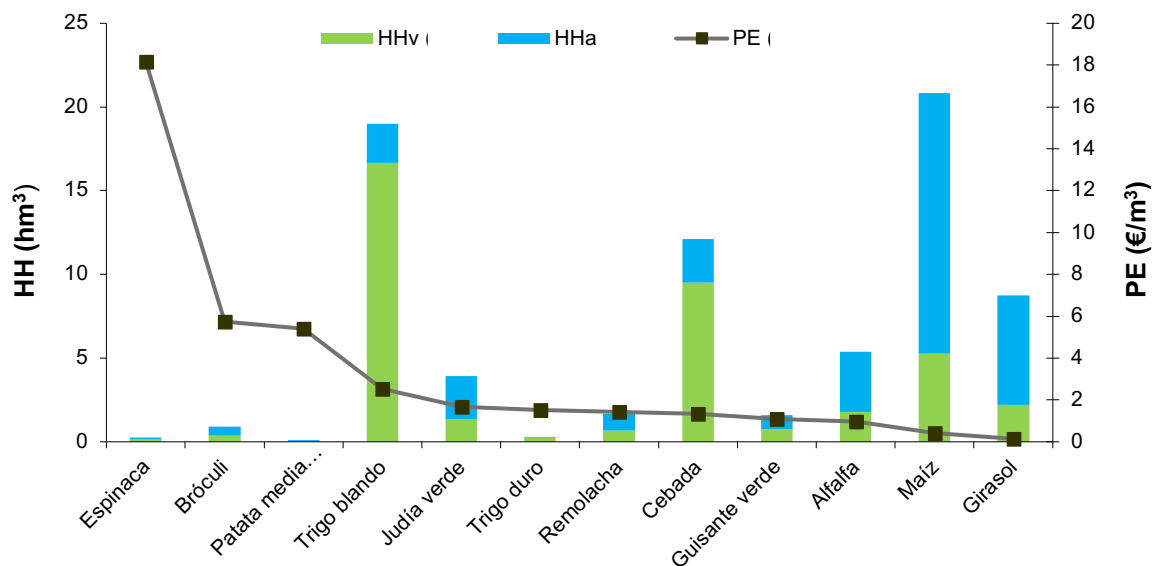


Figura 23. Huella hídrica verde (HHvr, m^3) y azul (HHa, m^3) de los cultivos en regadío y productividad económica del agua azul (PE, $\text{€}/\text{m}^3$) en la Comarca V en 2017

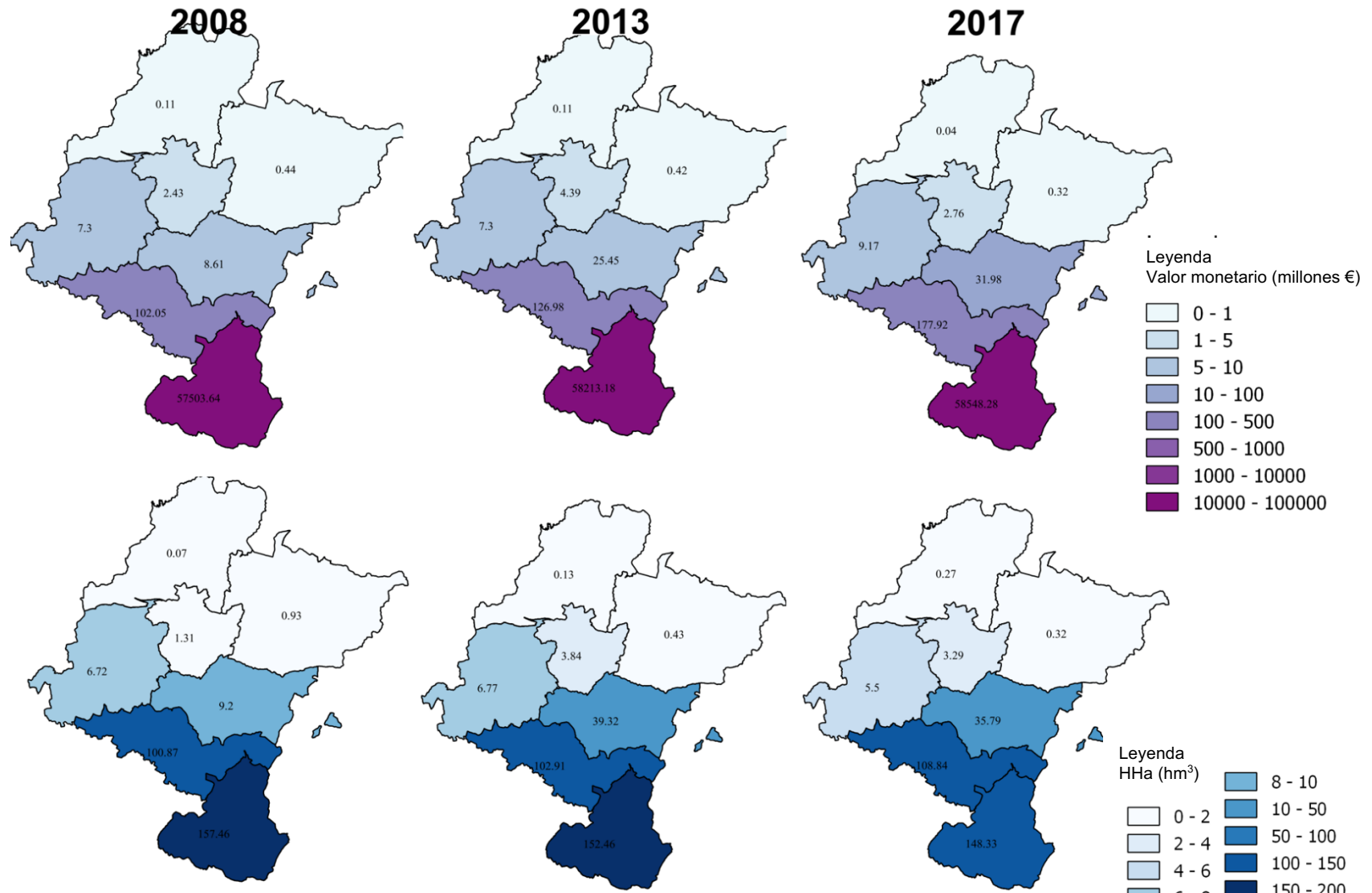


Figura 24. Valor monetario (millones €) y huella hídrica azul (HHa, hm³) de los cultivos de regaío por Comarca Agraria en 2008, 2013 y 2018. Nota: PE obtenida a partir de la suma del precio percibido por los agricultores de cada cultivo (€/t) por su producción (t) por comarca y HHa obtenida a partir de la suma de las HHa de los cultivos de cada comarca

En la Figura 25 queda representado el valor monetario en millones de € de cada comarca agraria, como representación de la productividad económica de cada comarca. Estos valores se han obtenido a partir de los precios percibidos por los agricultores (€/t) por las toneladas (t) producidas de cada cultivo estudiados en cada comarca. En la figura 24 se observa que en las zonas donde hay un mayor consumo de agua azul, zonas donde hay una mayor superficie de regadío, da lugar a un mayor valor económico (millones €). El regadío permite la producción repartida a lo largo del año y la posibilidad de doble cosecha en las zonas donde el clima y el suelo lo permiten, aumentando el valor económico de estas zonas.

4. CONCLUSIONES

En este estudio se ha llevado a cabo un análisis de 10 años, en el que se ha podido caracterizar el agua consumida por los principales cultivos, es decir, la huella hídrica, en cada Comarca Agraria de Navarra. Siendo las comarcas del norte en las que menos agua consumen y en las del sur en las que más, debido principalmente a la mayor superficie cultivada en estas últimas y al clima característico de cada zona.

El tipo de agua consumida en cada zona respecto a otras también varía. En las comarcas I, II, III y IV se trata principalmente de huella hídrica verde, debido a los cultivos de secano, en la V aumenta el agua azul consumida por la presencia de mayor superficie en regadío y en la VI y VII se trata principalmente de huella hídrica azul.

Los cultivos que mayor huella hídrica presentan (m^3) en todas las comarcas son los cereales, cultivos con mayor superficie cultivada en Navarra, destacando el trigo entre ellos con un mayor uso del agua (CWU, m^3/ha).

Estos cultivos presentan una alta eficiencia hídrica en las primeras comarcas, tanto en regadío como en secano, es decir, consumen una huella hídrica por unidad de producción baja (m^3/t), debido a que son zonas favorables para estos cultivos, permitiendo reducir los costes de regadío. La eficiencia hídrica de estos cultivos disminuye, sobre todo en secano, en el sur de Navarra.

Otros cultivos como frutales presentan una menor huella hídrica total, cuya eficiencia hídrica es baja, debido al bajo rendimiento de estos, siendo más eficientes en regadío que en secano.

Los cultivos hortícolas, situados principalmente en las últimas comarcas (V, VI y VII) son cultivos cuya huella hídrica no es elevada, pero al tratarse en su mayoría de cultivos en regadío, destaca en esta la componente azul del agua.

A nivel general, en Navarra predomina la huella hídrica verde de los cultivos en secano, es decir el consumo directo del agua de lluvia, aprovechando la disponibilidad de este recurso, sobre todo en el norte de Navarra. En las zonas donde la precipitación no es suficiente para abastecer las necesidades hídricas del cultivo se trata de zonas donde los cultivos de regadío conllevan mayores ingresos y con más estabilidad ante un cambio. Esta estabilidad conviene tener en cuenta debido a los cambios de temperatura y humedad que se puedan dar en un futuro en las diferentes comarcas, afectando a la precipitación y evapotranspiración del cultivo, y con ello al consumo de agua y su disponibilidad.

Sin embargo, también hay que tener en cuenta que el agua azul es un recurso más escaso y tiene mayores costos de oportunidad que el agua verde.

La tendencia observada en los 10 años es una disminución de la superficie cultivada en secano, provocada en parte por un pequeño aumento de la producción en regadío.

De cada uno de los cultivos se ha estimado por comarca su huella hídrica (m^3), eficiencia (m^3/t) y productividad económica ($€/m^3$), asumido ciertas simplificaciones, ya que requiere de un gran número de fuentes de datos, siendo en muchos casos escasos. Por ello se han tenido que llevar a cabo simplificaciones, como la selección únicamente de algunos cultivos para el estudio del agua consumida en toda la comarca. Esta selección se ha realizado de esta forma debido a la falta de información de cultivos concretos, tanto de requerimiento hídrico de los cultivos como de superficie y producción de estos, donde solo se han seleccionado aquellos de los que se disponen ambos datos, o similares.

El análisis obtenido puede servir como base para futuros estudios, donde se profundice en el impacto que tiene cada componente del agua en las diferentes comarcas en los distintos escenarios del cambio climático, incluyendo la huella hídrica gris, no analizada en este, para promover la transición hacia un uso sostenible, justo y eficiente de los recursos de agua.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Aldaya, M.M. y Llamas, M.R. (2008). *Water Footprint analysis for the Guadiana river basin. Value of water research report series, 35*. Delft, the Netherlands: Unesco-IHE Institute for Water Education. Recuperado de <https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/5147717/Report35-WaterFootprint-Guadiana.pdf>
- Allen, R., Pereira, L., Raes, D., y Smith, M. (2006). *FAO 56. Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de agua de los cultivos*. Roma: FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/3/x0490s/x0490s00.htm>
- Bermejo Ruiz, I. (2014). *Huella hídrica y de carbono en cultivos extensivos de regadío en el sur de Navarra*. Universidad Pública de Navarra, Navarra.
- Chapargain, A.K. y Hoekstra, A.Y. (2004). *Water footprints of nations, Value of Water Research Report Series No.16*. Vol 1 y 2. Delft, the Netherlands: UNESCO-IHE
- Chapargain, A.K., Hoekstra, A.Y., Savenije, H.H.G. y Gautam, R. (2006). *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*, vol 60, no 1, 186–203.
- CHE (2005). *Las dotaciones de riego en la Planificación Hidrológica de la Cuenca del Ebro: Metodología y comparación con otros recursos*. Zaragoza.
- Cilveti Andueza, M. (2015). *Evaluación de la huella hídrica de un queso DOP Roncal*. Universidad Pública de Navarra, Navarra.
- Díez, S., Martínez, S., Willaarts, B. Hernández, E. y Llamas, M.R. (2015). *Huella Hídrica y Agua Virtual en Cantabria*. F.C.C. Aqualia, Fundación Botín.
- Demarcaciones Hidrográficas en Navarra: Distribución del territorio de Navarra entre distintas Demarcaciones Hidrográficas (2019). Afecciones al planeamiento urbanístico. Recuperado de <https://afeccionesalplaneamientourbanistico.wordpress.com/navarra/demarcaciones-hidrologicas-en-navarra/>
- EsAgua (2017). *El valor de la huella hídrica*. Recuperado 22 de abril de 2019, de <http://www.esagua.es/esagua/la-necesidad/>
- EsAgua (2019). *Qué es la huella hídrica*. Recuperado el 21 de abril de 2019, de <http://www.esagua.es/que-es-la-huella-hidrica/>
- EsAgua (2019). *La Necesidad*. Recuperado 22 de abril de 2019, de <http://www.esagua.es/esagua/la-necesidad/>
- Garrido, A., Llamas, M. R., Varela-Ortega, C., Novo, P., Rodríguez-Casado, R. y Aldaya, M. M. (2010). *Water Footprint and Virtual Water Trade in Spain*. New York: Springer.

- García Vera, M. A. y Martínez-Cob, A. (2004). Revisión de las necesidades hídricas netas de los cultivos de la Cuenca del Ebro. Zaragoza, Confederación Hidrográfica del Ebro, 2004. Informe. Trabajo de consultoría y asistencia - Convenio Colaboración CSIC-CHE. 8 vols.
- Gleick, P.H. (2000). The Changing Water Paradigm: A Look at Twenty-First Century Water Resources Development. *Water International*, 25, 127-138.
<http://dx.doi.org/10.1080/02508060008686804>
- Gobierno de Navarra (2019a). *Comarcas*. Recuperado de http://www.cfnavarra.es/agricultura/informacion_agraria/MapaCultivos/comarcas.html
- Gobierno de Navarra (2019b). Meteorología y climatología de Navarra. Recuperado de <http://meteo.navarra.es/estaciones/mapadeestaciones.cfm>
- Gobierno de Navarra (2019c). *Programas Anuales de Estadística - navarra.es*. Recuperado el 1 de mayo de 2019, de http://www.navarra.es/home_es/Temas/Ambito+rural/Vida+rural/Observatorio+agrario/Otras+estadisticas/Programas+Anuales+de+Estadistica/
- Gobierno de Navarra (2019d). *Superficies y producciones - navarra.es*. Recuperado 3 de abril de 2019, de http://www.navarra.es/home_es/Temas/Ambito+rural/Vida+rural/Observatorio+agrario/Otras+estadisticas/Superficies+y+producciones/
- Hoekstra, A.Y. y Hung, P. Q. Q. (2002). Virtual water trade Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. *Value of Water Research Report Series No. 11*, (11), 66. Recuperado de <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report12.pdf>
- Hoekstra, A. Y. y Chapagain, A. K. (2008). *Globalization of Water: Sharing the Planet's Freshwater Resources*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., y Mekonnen, M. M. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual. Setting the global standard*. Londres, Washington D.C.: Earthscan.
- INTIA (2019a). *Recomendaciones de riego*. Recuperado el 6 de mayo 2019, de <https://www.intiasa.es/es/comunidad-de-regantes/areas-de-interes/servicio-asesoramiento-al-regante/recomendaciones-de-riego.html>
- INTIA (2019b). *AGROINDUSTRIAL*. Recuperado el 10 de abril de 2019, de <https://www.intiasa.es/0AppAgroindustrial/?request=zonas>
- ISO (2014). ISO 14046:2014 *Huella de agua: principios, requisitos y directrices*. Organización Internacional para la Estandarización.
- MAPA (2019). *Indices y precios percibidos agrarios*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Recuperado el 11 de abril de 2019, de <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/economia/precios->

[percibidos-pagados-salarios/precios-percibidos-por-los-agricultores-y-ganaderos/default.aspx](http://www.chj.es/Descargas/Pagados-salarios/precios-percibidos-por-los-agricultores-y-ganaderos/default.aspx)

MARM (2011). Sostenibilidad y territorio. Huella hídrica en España. Madrid: Ministerio de medio Ambiente, Medio Rural y Marino. Recuperado de <https://www.chj.es/Descargas/ProyectosOPH/Consulta%20publica/PHC-2015-2021/ReferenciasBibliograficas/UsosdelAgua/MARM,2011c.Huella%20hidrica%20de%20Espana%5B1%5D.pdf>

Mekonnen, M.M. y Hoekstra, A.Y. (2010). *The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products*, Value of Water Research Report Series No.47, UNESCO-IHE, Delft, Netherlands. Vol. 2.

Mekonnen, M.M. y Hoekstra, A. Y. (2011). *National water footprint accounts: the green, blue and grey water footprint of production and consumption*. (Value of water research report 50; No. 50). Delft, the Netherlands: UNESCO-IHE Institute for Water Education.

MITECO (2019). *Demarcaciones hidrográficas y Organismos de cuenca*. Recuperado el 5 de mayo de <https://www.miteco.gob.es/en/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/ddhh-oocc.aspx>

Rodrigo López, J., Hernández Areu, A., Pérez Regalado, A. y González Hernández, J.F. (1992). *Riego localizado*. Madrid: Mundi-Prensa, D.L.

Rodríguez-Casado R, Garrido A, Llamas MR, Varela-Ortega C. (2008). *La huella hidrológica de la agricultura española. Papeles de Agua Virtual*, 2. 38p. Santander: Fundación Marcelino Botín. Recuperado de <http://www.fundacionbotin.org/agua/biblioteca-y-publicaciones.htm>

Sánchez Sánchez-Mora, J. (2013). Un método de estimación de la Huella Hídrica Agraria (Aplicación a Extremadura, años 2007, 2008 y 2009). *La agricultura y la ganadería extremeñas*. 131-144. Recuperado de https://www.unex.es/conoce-la-uex/centros/eia/archivos/iag/2013/2013_07 Un metodo de estimacion de la huella hidrica agraria.pdf

Vicente, A.M, Donézar, M., Del Barrio, F. y San Roque, M. (2004). *Memoria del mapa de cultivos y aprovechamientos de Navarra. Escala 1:200.000*. Departamento de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Gobierno de Navarra.

Water Footprint Network (2019a). *Aims & history*. Recuperado 5 de mayo de 2019, de <https://waterfootprint.org/en/about-us/aims-history/>

Water Footprint Network (2019b). What is a water footprint?. Recuperado 11 de mayo de 2019, de <https://waterfootprint.org/en/water-footprint/what-is-water-footprint/>

DEFINICIONES

Agua virtual: se refiere al volumen de agua consumida o contaminada para producir un producto, medido en toda su cadena de producción (Hoekstra et al., 2011)

Demarcación Hidrográfica: zona terrestre y marina compuesta por una o varias cuencas hidrográficas vecinas y las aguas de transición, subterráneas y costeras asociadas a dichas cuencas (MITECO, 2019).

Eficiencia de aplicación del agua de riego: es la relación entre la cantidad de agua necesaria durante un ciclo de cultivo para mantener la humedad del suelo al nivel requerido que evite indeseables stress en las plantas y la proporcionada a la parcela de riego. (Rodrigo López et al, 1992)

Evapotranspiración de referencia: tasa de evapotranspiración de una cubierta vegetal extensa, uniforme (de 8 a 15cm de altura) constituida por un cultivo de gramíneas en crecimiento activo, libre de plagas y enfermedades que sombrea totalmente la superficie del suelo y no padece escasez de agua (Allen et al., 2006).

Evapotranspiración del cultivo: demanda evaporativa de la atmósfera sobre cultivos que crecen en áreas grandes bajo condiciones óptimas de agua en el suelo, con características adecuadas tanto de manejo como ambientales, y que alcanzan la producción potencial bajo las condiciones climáticas dadas (Allen et al., 2006).

Huella hídrica de un producto: es el volumen total de agua dulce utilizada para producir el producto, que se suma a los distintos pasos de la cadena de producción. La huella hídrica de un producto se refiere no solo al volumen total de agua utilizada; también se refiere a dónde y cuándo se usa el agua (Hoekstra et al., 2011).

Huella hídrica azul: es el agua consumida que se ha obtenido de recursos de aguas superficiales o subterráneas y se evapora, se incorpora a un producto o se toma de un cuerpo de agua y se devuelve a otra, o se devuelve en un momento diferente. La agricultura de regadío, la industria y el uso doméstico del agua pueden tener una huella hídrica azul (Water Footprint Network, 2019a).

Huella hídrica verde: es el agua consumida de la precipitación que se almacena en la zona de la raíz del suelo y se evapora, transpira o incorpora por las plantas. Es particularmente relevante para productos agrícolas, hortícolas y forestales (Water Footprint Network, 2019b).

Precipitación efectiva: fracción de la precipitación total utilizable por el cultivo para satisfacer sus necesidades hídricas, quedando, por tanto, excluidas la evaporación desde la superficie del suelo y de los vegetales, la infiltración o percolación profunda y la escorrentía superficial (CHE, 2005).

Necesidad hídrica neta de un cultivo: es la cantidad de agua que es necesario aplicarle, mediante el riego, para compensar los déficits de humedad que se producen en el suelo durante su ciclo o periodo vegetativo y es el resultado de realizar un balance entre las salidas de agua (evapotranspiración, percolación profunda y otros usos especiales) y las entradas (precipitación efectiva) y teniendo en cuenta el contenido de humedad al comienzo del ciclo vegetativo del cultivo (CHE, 2005).

Uso agua del cultivo: acumulación de la evapotranspiración durante el periodo de crecimiento del cultivo. Tiene dos componentes: uso de agua verde y uso de agua azul (Hoekstra y Chapagain, 2008).

ABREVIATURAS

AguaSu: Agua acumulada en el suelo

AV: Agua Virtual

CHE: Confederación Hidrográfica del Ebro

CWUa: Uso de agua azul

CWUV: uso de agua verde

DH: Demarcaciones Hidrográficas

EA: Eficiencia Aplicación

ETc: Evapotranspiración del cultivo

ETo: Evapotranspiración de referencia

GN: Gobierno de Navarra

HH: Huella Hídrica

HHa: Huella Hídrica Azul

HHv: Huella Hídrica Verde

HHg: Huella Hídrica Gris

ISO: Organización Internacional para la Estandarización (International Organization of Standardization)

Kc: Coeficiente de cultivo

MAPA: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

MARM: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino

MITECO: Ministerio para la Transición Ecológica

NHn: Necesidades Hídricas Netas de un cultivo

NHt: Necesidades Hídricas Totales de un cultivo

PE: Productividad económica

PrEfec: Precipitación efectiva

t: tonelada

WFN: Red de Huella Hídrica (Water Footprint Network)

ANEXO 1 Lista de cultivos analizados por Comarca Agraria

Comarca Noroccidental- Comarca I

- Alfalfa
- Cebada
- Maíz: aplicados los valores de la CHE de “maíz grano”.
- Manzano: aplicados los valores de la CHE de “manzano tardío”. El precio aplicado es el referente a “total manzana” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Nogal
- Patata media estación: aplicados los valores de la CHE de “patata de siembra”.
- Patata tardía: aplicados los valores de la CHE de “patata de siembra”.
- Pimiento industria: aplicados los valores de la CHE de “pimiento”.
- Pimiento plaza: aplicados los valores de la CHE de “pimiento”. El precio (€/100 kg) se obtiene de la media de pimiento verde y rojo (Gobierno de Navarra, 2019).
- Pradera temporal: equivale a “pradera polifita” en los datos de CHE.
- Tomate industria: aplicados los valores de la CHE de “tomate”.
- Tomate plaza: aplicados los valores de la CHE de “tomate”. El precio aplicado es el correspondiente a “Tomate recolección del 1-VI al 30-IX” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Trigo blando: empleados los datos de “trigo” aportados por la CHE.
- Trigo duro: empleados los datos de “trigo” aportados por la CHE.

Pirineos - Comarca II

- Alfalfa
- Cebada
- Espinaca: empleado el promedio de los valores de “espinaca de otoño” y de “espinaca de primavera” de la CHE.
- Girasol
- Guisante verde: el precio aplicado es el de “total guisante verde” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Maíz: aplicados los valores de la CHE de “maíz grano”.
- Manzano: aplicados los valores de la CHE de “manzano temprano”. El precio aplicado es el referente a “total manzana” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Nogal
- Patata media estación: aplicados los valores de la CHE de “patata de siembra”.
- Patata tardía: aplicados los valores de la CHE de “patata de siembra”.
- Pradera temporal: equivale a “pradera polifita” en los datos de CHE.
- Trigo blando: empleados los datos de “trigo” aportados por la CHE.
- Trigo duro: empleados los datos de “trigo” aportados por la CHE.

- Viñedo vinificación: aplicados los valores de la CHE de “viñedo”. El precio aplicado es el referente al de “uva para transformación”.

Cuenca de Pamplona - Comarca III

- Alfalfa
- Almendro: empleado el promedio de “almendro” y “almendro (RDC)”, valores aportados por la CHE. El precio aplicado es el referente a “total almendra” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Cebada
- Cerezo: empleado el promedio de “cerezo medio”, “cerezo medio RDC”, “cerezo tardío”, “cerezo tardío RDC”, “cerezo temprano” y “cerezo temprano RDC”, valores aportados por la CHE y los valores de superficie y producción del Gobierno de Navarra de “cerezo y guindo”.
- Girasol
- Judía verde: empleado el promedio de “judía verde de ciclo normal” y “judía verde de ciclo tardío”, valores aportados por la CHE. El precio aplicado es el de “total judía verde” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Maíz: aplicados los valores de la CHE de “maíz grano”.
- Manzano: aplicados los valores de la CHE de “manzano tardío”. El precio aplicado es el referente a “total manzana” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Melocotonero: empleado el promedio de “melocotonero medio” y “melocotonero medio RDC”, valores aportados por la CHE y los aportados por el Gobierno de Navarra de “melocotonero y nectarino”. El precio aplicado es el de “total melocotón” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Patata media estación: aplicados los valores de la CHE de “patata de siembra”.
- Patata tardía: aplicados los valores de la CHE de “patata de siembra”.
- Peral: empleado el promedio de “peral medio” y “peral tardío”, valores aportados por la CHE. El precio aplicado es el referente a “total pera” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Pimiento industria: aplicados los valores de la CHE de “pimiento”.
- Pimiento plaza: aplicados los valores de la CHE “pimiento”. El precio (€/100 kg) se obtiene de la media de pimiento verde y rojo (Gobierno de Navarra, 2019).
- Pradera temporal: equivale a “pradera polifita” en los datos de CHE.
- Trigo blando: empleados los datos de “trigo” aportados por la CHE.
- Trigo duro: empleados los datos de “trigo” aportados por la CHE.

Tierra Estella - Comarca IV

- Alfalfa
- Almendro: empleado el promedio de “almendro” y “almendro (RDC)”, valores aportados por la CHE. El precio aplicado es el referente a “total almendra” (Gobierno de Navarra, 2019).

- Cebada
- Cerezo: empleado el promedio de “cerezo medio”, “cerezo medio RDC”, “cerezo tardío”, “cerezo tardío RDC”, “cerezo temprano” y “cerezo temprano RDC”, valores aportados por la CHE y los valores de superficie y producción del Gobierno de Navarra de “cerezo y guindo”.
- Espárrago: El precio aplicado es el referido a “total espárrago” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Girasol
- Guisante verde: El precio aplicado es el de “total guisante verde” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Judía verde: empleado el promedio de “judía verde de ciclo normal” y “judía verde de ciclo tardío”, valores aportados por la CHE. El precio aplicado es el de “total judía verde” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Lechuga: empleado el promedio de los valores de “lechuga de ciclo 1”, “lechuga ciclo 2” y “lechuga ciclo 3” de la CHE. El precio aplicado es el de “total lechuga” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Maíz: aplicados los valores de la CHE de “maíz grano”.
- Manzano: aplicados los valores promedio de la CHE de “manzano medio” y manzano tardío”. El precio aplicado es el referente a “total manzana” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Melocotonero: empleado el promedio de “melocotonero medio” y “melocotonero medio RDC”, valores aportados por la CHE y los aportados por el Gobierno de Navarra de “melocotonero y nectarino”. El precio aplicado es el de “total melocotón” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Olivar
- Patata media estación: aplicados los valores de la CHE de “patata de siembra”.
- Patata tardía: aplicados los valores de la CHE de “patata de siembra”.
- Peral: empleado el promedio de “peral medio” y “peral tardío”, valores aportados por la CHE. El precio aplicado es el referente a “total pera” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Pimiento industria: aplicados los valores de la CHE de “pimiento”.
- Pimiento plaza: aplicados los valores de la CHE “pimiento”. El precio (€/100 kg) se obtiene de la media de pimiento verde y rojo (Gobierno de Navarra, 2019).
- Pradera temporal: equivale a “pradera polífito” en los datos de CHE.
- Remolacha
- Trigo blando: empleados los datos de “trigo” aportados por la CHE.
- Trigo duro: empleados los datos de “trigo” aportados por la CHE.
- Viñedo vinificación: aplicados los valores de la CHE de “viñedo”. El precio aplicado es el referente al de “uva para transformación”.

Navarra Media - Comarca V

- Alfalfa

- Brócoli: datos de la CHE empleados de “brócoli otoño”. El precio aplicado es el de “col brócoli” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Cebada
- Espinaca: empleado el promedio de los valores de “espinaca de otoño” y “espinaca de primavera de la CHE.
- Girasol
- Guisante verde: El precio aplicado es el de “total guisante verde” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Judía verde: empleado el promedio de “judía verde de ciclo normal” y “judía de ciclo tardío”, valores aportados por la CHE. El precio aplicado es el de “total judía verde” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Maíz: aplicados los valores de la CHE de “maíz grano”.
- Patata media estación: aplicados los valores de la CHE de “patata de siembra”.
- Patata tardía: aplicados los valores de la CHE de “patata de siembra”.
- Remolacha
- Trigo blando: empleados los datos de “trigo” aportados por la CHE.
- Trigo duro: empleados los datos de “trigo” aportados por la CHE.

Ribera Baja - Comarca VI

- Alcachofa: valores promedio de “alcachofa (1º año)” y “alcachofa (2º)” (CHE).
- Alfalfa
- Almendro: empleado el promedio de “almendro” y “almendro (RDC)”, valores aportados por la CHE. El precio aplicado es el referente a “total almendra” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Arroz: precio de “total arroz” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Brócoli: valores promedio de “brócoli otoño” y “brócoli primavera” (CHE). El precio aplicado es el de “col brócoli” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Cardo
- Cebada
- Cebolla
- Cerezo: empleado el promedio de “cerezo medio”, “cerezo medio RDC”, “cerezo tardío”, “cerezo tardío RDC”, “cerezo temprano” y “cerezo temprano RDC”, valores aportados por la CHE y los valores de superficie y producción del Gobierno de Navarra de “cerezo y guindo”. El precio aplicado es el de “total cereza” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Col de bruselas: aplicados valores de “coles” del Gobierno de Navarra.
- Coliflor: valores promedio de “coliflor de ciclo corto” y Coliflor de ciclo medio” (CHE).
- Espárrago: El precio aplicado es el referido a “total espárrago” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Espinaca: valor promedio de “espinaca de otoño” y “espinaca de primavera”.

- Guisante verde: El precio aplicado es el de “total guisante verde” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Haba verde
- Judía verde: empleado el promedio de “judía verde de ciclo normal” y “judía verde de ciclo tardío”, valores aportados por la CHE. El precio aplicado es el de “total judía verde” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Lechuga: Lechuga: empleado el promedio de los valores de “lechuga de ciclo 1”, “lechuga ciclo 2” y “lechuga ciclo 3” de la CHE. El precio aplicado es el de “total lechuga” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Maíz: aplicados los valores de la CHE de maíz grano.
- Manzano: aplicados los valores promedio de la CHE de “manzano medio”, “manzano tardío” y “manzano temprano”. El precio aplicado es el referente a “total manzana” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Melocotonero: valores promedio de “melocotonero medio”, “melocotonero medio RDC”, “melocotonero tardío RDC”, melocotonero temprano” y melocotonero temprano RDC”. El precio aplicado es el de “total melocotón” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Nogal
- Olivar
- Patata media estación: aplicados los valores de la CHE de “patata temprana”
- Patata tardía: aplicados los valores de la CHE de “patata temprana”.
- Peral: valores promedio de “peral medio”, “peral tardío” y “peral temprano” (CHE). El precio aplicado es el referente a “total pera” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Pimiento industria: aplicados los valores de la CHE de “pimiento”.
- Pimiento plaza: aplicados los valores de la CHE “”. El precio (€/100 kg) se obtiene de la media de pimiento verde y rojo (Gobierno de Navarra, 2019).
- Pradera temporal: equivale a “pradera polifita” en los datos de CHE.
- Tomate industria: aplicados los valores de la CHE de “tomate”.
- Tomate plaza: aplicados los valores de la CHE de “tomate”. El precio aplicado es el correspondiente a “Tomate recolección del 1-VI al 30-IX” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Trigo blando: empleados los datos de “trigo” aportados por la CHE.
- Trigo duro: empleados los datos de “trigo” aportados por la CHE.
- Veza forraje
- Aplicados los valores de la CHE de “viñedo”. El precio aplicado es el referente al de “uva para transformación” (Gobierno de Nabarra, 2019d).

Ribera Baja - Comarca VII

- Alcachofa: valores promedio de “alcachofa (1º año)” y “alcachofa (2º)” (CHE).
- Alfalfa

- Almendro: Almendro: empleado el promedio de “almendro” y “almendro (RDC)”, valores aportados por la CHE. El precio aplicado es el referente a “total almendra” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Arroz: Arroz: precio de “total arroz” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Berenjena
- Brócoli: Brócoli: valores promedio de “brócoli otoño” y “brócoli primavera” (CHE). El precio aplicado es el de “col brócoli” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Cebada
- Cebolla
- Cerezo: Cerezo: empleado el promedio de “cerezo medio”, “cerezo medio RDC”, “cerezo tardío”, “cerezo tardío RDC”, “cerezo temprano” y “cerezo temprano RDC”, valores aportados por la CHE y los valores de superficie y producción del Gobierno de Navarra de “cerezo y guindo”. El precio aplicado es el de “total cereza” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Col de bruselas: aplicados valores de “coles” del Gobierno de Navarra.
- Espárrago: El precio aplicado es el referido a “total espárrago” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Espinaca
- Girasol
- Guisante verde: El precio aplicado es el de “total guisante verde” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Haba verde
- Judía verde: empleado el promedio de “judía verde de ciclo normal” y “judía verde de ciclo tardío”, valores aportados por la CHE. El precio aplicado es el de “total judía verde” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Maíz: aplicados los valores de la CHE de “maíz grano”.
- Maíz forrajero
- Manzano: aplicados los valores promedio de la CHE de “manzano medio”, “manzano tardío” y “manzano temprano”. El precio aplicado es el referente a “total manzana” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Melocotonero: valores promedio de “melocotonero medio”, “melocotonero medio RDC”, “melocotonero tardío RDC”, melocotonero temprano” y melocotonero temprano RDC”. El precio aplicado es el de “total melocotón” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Olivar
- Peral: valores promedio de “peral medio”, “peral tardío” y “peral temprano”. El precio aplicado es el referente a “total pera”.
- Pimiento industria: aplicados los valores de la CHE de “pimiento”.
- Pimiento plaza: aplicados los valores de la CHE “pimiento”. El precio (€/100 kg) se obtiene de la media de pimiento verde y rojo (Gobierno de Navarra, 2019).
- Pradera temporal: equivale a “pradera polifita” en los datos de CHE.
- Tomate industria: aplicados los valores de la CHE de “tomate”.

- Tomate plaza: aplicados los valores de la CHE de “tomate”. El precio aplicado es el correspondiente a “Tomate recolección del 1-VI al 30-IX” (Gobierno de Navarra, 2019).
- Trigo blando: empleados los datos de “trigo” aportados por la CHE.
- Trigo duro: empleados los datos de “trigo” aportados por la CHE.
- Veza forraje
- Aplicados los valores de la CHE de “viñedo”. El precio aplicado es el referente al de “uva para transformación” (Gobierno de Navarra, 2019d).

ANEXO 2 Uso de agua verde y azul por Comarca Agraria y cultivo

Comarca I

Tabla 2. Uso de agua azul (CWUa) y verde (CWUvr y CWUvs) en la Comarca I

Cultivo			Regadío				Secano	
	ETc	PrEfec	NHn	NHt	CWUa	CWUvr	NHn	CWUs
	m ³ /ha/año				m ³ /ha/año		m ³ /ha/año	
Alfalfa	5130,41	2686,85	2562,37	3505,30	3505,30	2568,04		2568,04
Cebada	2994,03	4509,55	60,67	76,80	76,80	2933,36		2933,36
Maíz	5082,33	2073,37	3036,56	3744,21	3744,21	2045,77		2045,77
Manzano	5880,11	4400,09	2367,99	2519,14	2519,14	3512,11		3512,11
Nogal	6216,51	3935,93	3206,91	3470,68	3470,68	3009,60		3009,60
Patata media estación	4043,12	1980,48	2175,14	2306,61	2306,61	1867,98		1867,98
Patata tardía	4043,12	1980,48	2175,14	2306,61	2306,61	1867,98	0	1867,98
Pimiento industria	4823,48	2052,14	2782,06	3043,83	3043,83	2041,42		2041,42
Pimiento plaza	4823,48	2052,14	2782,06	3043,83	3043,83	2041,42		2041,42
Pradera temporal	4945,22	2670,38	2401,71	2401,71	2401,71	2543,51		2543,51
Tomate industria	5129,03	2079,63	3092,34	3325,09	3325,09	2036,70		2036,70
Tomate plaza	5129,03	2079,63	3092,34	3325,09	3325,09	2036,70		2036,70
Trigo blando	3886,01	4595,70	277,48	358,97	358,97	3608,53		3608,53
Trigo duro	3886,01	4595,70	277,48	358,97	358,97	3608,53		3608,53

Comarca II

Tabla 3. Uso de agua azul (CWUa) y verde (CWUvr y CWUvs) en la Comarca II

Cultivo	ETc	PrEfec	Regadío				Secano	
			NHn	NHt	CWUa	CWUvr	NH	CWUvs
			m ³ /ha/año		m ³ /ha/año		m ³ /ha/año	
Alfalfa	5234,68	2592,39	2880,78	3940,87	3940,87	2353,90	2353,90	
Cebada	2960,42	3913,01	117,37	138,08	138,08	2843,05	2843,05	
Espinaca	1852,85	178,15	41,17	48,44	48,44	1811,68	1811,68	
Girasol	5237,84	205,60	321,31	378,01	378,01	4916,53	4916,53	
Guisante verde	2743,71	1951,70	831,72	978,49	978,49	1911,99	1911,99	
Maíz	5256,71	2056,72	3227,87	3797,49	3797,49	2028,84	2028,84	
Manzano	5811,36	3509,53	3864,75	4111,43	4111,43	1946,61	1946,61	
Nogal	6366,57	3728,97	3453,09	3737,11	3737,11	2913,47	2913,47	
Patata media estación	4188,03	1962,55	2353,22	2495,46	2495,46	1834,81	1834,81	
Patata tardía	4188,03	1962,55	2353,22	2495,46	2665,03	1834,81	1834,81	
Pradera temporal	5025,92	2573,81	2696,04	2696,04	2696,04	2329,88	2329,88	
Trigo blando	3864,75	3997,25	407,67	479,61	479,61	3457,08	3457,08	
Trigo duro	3864,75	3997,25	407,67	479,61	479,61	3457,08	3457,08	
Viñedo	3222,54	2816,89	788,99	830,52	830,52	2433,55	2433,55	

Comarca III

Tabla 4. Uso de agua azul (CWUa) y verde (CWUvr y CWUvs) en la Comarca III

Cultivo	ETc m ³ /ha/año	PrEfec	Regadío				Secano	
			NHn	NHt	CWUa	CWUvr	NH	CWUvs
			m ³ /ha/año				m ³ /ha/año	
Alfalfa	5180,64	2316,94	3037,98	4094,31	4094,31	2142,66		2142,66
Almendro	5049,63	3626,76	2253,76	2372,38	2372,38	2795,87		2795,87
Cebada	2970,39	3576,23	158,64	212,66	212,66	2811,75		2811,75
Cerezo	4244,34	2493,00	1893,68	1993,34	1993,34	2350,66		2350,66
Girasol	5117,97	1814,95	3318,29	3955,05	3955,05	1799,68		1799,68
Judía verde	2444,16	1134,65	1490,52	1808,88	1808,88	953,64		953,64
Maíz	5141,82	1815,86	3338,91	3960,75	3847,28	2028,84		2028,84
Manzano	6234,01	3702,97	3157,67	3359,22	3359,22	3076,35		3076,35
Melocotonero	5274,66	3487,04	2281,03	2421,48	2421,48	2993,63	0,00	2993,63
Patata media estación	4102,54	1735,79	2444,64	2573,30	2573,30	1657,90		1657,90
Patata tardía	4102,54	1735,79	2444,64	2573,30	2665,03	1834,81		1834,81
Peral	5893,77	3670,84	3000,28	5455,06	5455,06	2893,49		2893,49
Pimiento industria	4892,50	1797,72	3098,76	3261,85	479,61	3457,08		3457,08
Pimiento plaza	4892,50	1797,72	3098,76	3261,85	479,61	3457,08		3457,08
Pradera temporal	4982,23	2300,83	2861,04	2861,04	2861,04	2121,19		2121,19
Trigo blando	3866,55	3651,15	541,78	646,51	646,51	3324,77		3324,77
Trigo duro	3866,55	3651,15	541,78	646,51	637,38	3324,77		3324,77

Comarca IV

Tabla 5. Uso de agua azul (CWUa) y verde (CWUvr y CWUvs) en la Comarca IV

Cultivo	ETc m ³ /ha/año	PrEfec	Regadío				Secano	
			NHn	NHt m ³ /ha/año	CWUa	CWUvr	NH	CWUvs m ³ /ha/año
Alfalfa	6055,371	2102,460	4060,761	7383,202	7383,202	1994,610		1994,610
Almendro	5839,821	3231,840	3229,177	3446,293	3446,293	2610,644		2610,644
Cebada	3504,965	3209,558	651,485	822,582	822,582	2853,481		2853,481
Cerezo	5089,825	2253,916	2903,648	3079,160	3079,160	2186,177		2186,177
Espárrago	5762,607	2360,841	3407,227	4175,523	4175,523	2355,380		2355,380
Girasol	6036,439	1644,968	4391,470	5234,172	5234,172	1644,968		1644,968
Guisante verde	3150,003	1643,819	1514,294	1781,522	1781,522	1635,709		1635,709
Judía verde	2815,282	980,492	1979,310	2323,134	2323,134	835,973		835,973
Lechuga	1983,252	1399,356	824,146	933,348	933,348	1159,106		1159,106
Maíz	6037,842	1643,165	4394,677	7737,107	7737,107	1643,165		1643,165
Manzano	6703,311	3033,709	4065,995	4325,526	4325,526	2637,316		2637,316
Melocotonero	6124,744	3091,140	3414,598	3624,839	3624,839	2710,146	0	2710,146
Olivar	5595,441	4300,329	1599,170	1794,804	1794,804	3996,271		3996,271
Patata media estación	4810,849	1559,071	3280,998	3479,319	3479,319	1529,851		1529,851
Patata tardía	4810,849	1559,071	3280,998	3479,319	3479,319	1529,851		1529,851
Peral	6855,337	3274,754	4202,614	4423,804	4423,804	2652,723		2652,723
Pimiento industria	5763,839	1626,205	4137,634	4654,256	4654,256	1626,205		1626,205
Pimiento plaza	5763,839	1626,205	4137,634	4654,256	4654,256	1626,205		1626,205
Pradera temporal	5825,400	2084,814	3853,674	4533,734	4533,734	1971,726		1971,726
Remolacha	6631,528	2054,086	4824,151	6339,226	6339,226	1807,377		1807,377
Trigo blando	4579,337	3295,190	1369,069	1641,570	1641,570	3210,268		3210,268
Trigo duro	4579,337	3295,190	1369,069	1641,570	1641,570	3210,268		3210,268
Viñedo	3789,854	2262,707	1605,255	1826,229	1826,229	2184,599		2184,599

Comarca V

Tabla 6. Uso de agua azul (CWUa) y verde (CWUvr y CWUvs) en la Comarca V

Cultivo	ETc	PrEfec	Regadío				Secano	
			NHn	NHt	CWUa	CWUvr	NH	CWUvs
			m ³ /ha/año		m ³ /ha/año		m ³ /ha/año	
Alfalfa	6136,32	2290,43	3855,08	4639,08	4639,08	2281,24		2281,24
Brócoli	2325,66	1137,03	1275,33	1474,37	1474,37	1050,33		1050,33
Cebada	3145,28	2857,26	593,87	699,50	699,50	2551,40		2551,40
Espinaca	1888,29	1336,73	716,73	754,45	754,45	1171,56		1171,56
Girasol	5419,37	1552,82	3876,26	4620,10	4620,10	1543,11		1543,11
Guisante verde	2840,92	1472,74	1373,34	1615,69	1615,69	1467,58		1467,58
Judía verde	2530,60	939,28	1728,89	2033,99	3847,28	2028,84	0	2028,84
Maíz	5419,05	1551,71	3875,79	4559,75	4559,75	1543,27		1543,27
Pata media estación	4941,95	1752,90	3189,05	3381,81	3381,81	1752,90		1752,90
Patata tardía	4941,95	1752,90	3189,05	3381,81	3381,81	1752,90		1752,90
Remolacha	5929,00	1932,61	4236,05	4983,58	2665,03	1834,81		1834,81
Trigo blando	4099,26	2926,30	1239,99	1305,25	479,61	3457,08		3457,08
Trigo	4099,26	2926,30	1239,99	1305,25	479,61	3457,08		3457,08

Comarca VI

Tabla 7. Uso de agua azul (CWUa) y verde (CWUvr y CWUvs) en la Comarca VI

Cultivo	ETc	PrEfec	Regadío				Secano	
			NHn	NHt	CWUa	CWUvr	NH	CWUvs
	m ³ /ha/año		m ³ /ha/año				m ³ /ha/año	
Alcachofa	6586,00	3494,82	3103,42	4019,98	4019,98	3482,58		3482,58
Alfalfa	7133,44	2243,21	4894,00	6932,02	6932,02	2239,43		2239,43
Almendro	6733,46	3166,02	4005,96	4470,93	4470,93	2727,50		2727,50
Arroz	8330,86	905,57	7425,28	13259,43	13259,43	905,57		905,57
Brócoli	2301,79	1196,75	1189,29	1424,30	1424,30	1112,50		1112,50
Cardo	3226,86	2591,29	751,54	1130,14	1130,14	2475,32		2475,32
Cebada	3738,37	2686,41	1269,10	1715,00	1715,00	2469,27		2469,27
Cebolla	6707,89	1960,80	4889,97	5556,78	5556,78	1817,92		1817,92
Cerezo	5553,26	2374,25	3520,94	3733,77	3733,77	2032,32		2032,32
Col de bruselas	1666,98	1553,26	396,45	455,69	455,69	1270,53		1270,53
Coliflor	2010,58	1304,01	861,87	1405,98	1405,98	1148,71		1148,71
Espárrago	5950,26	2131,08	3823,85	4618,17	4618,17	2126,42		2126,42
Espinaca	1999,97	1176,94	896,10	1054,23	1054,23	1103,87		1103,87
Guisante verde	3199,41	1442,99	1769,67	2081,97	2081,97	1429,74	0,00	1429,74
Haba verde	4510,00	2498,51	2023,47	2504,30	2504,30	2486,53		2486,53
Judía verde	2944,00	754,48	2189,84	2576,29	2576,29	754,16		754,16
Lechuga	1984,98	1202,62	942,61	1047,35	1047,35	1042,37		1042,37
Maíz	2240,10	892,59	1347,50	1692,84	1692,84	892,59		892,59
Manzano	7370,37	2672,13	4955,47	5530,66	5530,66	2414,90		2414,90
Melocotonero	6618,52	2759,60	4141,76	4612,21	4612,21	2476,76		2476,76
Nogal	7888,50	2953,07	5355,27	5839,98	5839,98	2533,24		2533,24
Olivar	5474,67	3670,36	1874,21	1987,50	1987,50	3600,46		3600,46
Patata media estación	5711,61	1623,95	4087,66	4334,74	4334,74	1623,95		1623,95
Patata tardía	5789,58	1748,68	4040,90	4285,15	4285,15	1748,68		1748,68
Peral	7552,64	2938,28	5074,22	7207,69	7207,69	2478,42		2478,42
Pimiento industria	5620,33	1606,52	4013,81	4514,97	4514,97	1606,52		1606,52

Tabla 10. (Continuación)

Cultivo				Regadío			Secano	
	ETc	PrEfec	NHn	NHt	CWUa	CWUvr	NH	CWUvs
	m ³ /ha/año			m ³ /ha/año			m ³ /ha/año	
Pimiento plaza	5988,33	1528,89	4459,44	5016,24	5016,24	1528,89		1528,89
Pradera temporal	6841,54	2223,39	4623,44	4623,44	4623,44	2218,10		2218,10
Tomate industria	5960,44	1637,85	4322,59	4688,27	4688,27	1637,85		1637,85
Tomate plaza	6338,78	1552,23	4787,34	5192,34	5192,34	1551,44	0,00	1551,44
Trigo blando	4971,63	2727,88	2826,29	4031,79	4031,79	2145,34		2145,34
Trigo duro	4883,86	2770,51	2136,52	3047,82	3047,82	2747,33		2747,33
Veza forrajera	3983,24	3003,52	1032,49	1327,11	1327,11	2950,75		2950,75
Viñedo	4250,81	2063,61	2219,28	2471,36	2471,36	2031,53		2031,53

Comarca VII

Tabla 8. Uso de agua azul (CWUa) y verde (CWUvr y CWUvs) en la Comarca VII

Cultivo	ETc	PrEfec	Regadío				Secano	
			NHn	NHt	CWUa	CWUvr	NH	CWUvs
	m ³ /ha/año		m ³ /ha/año				m ³ /ha/año	
Alcachofa	6778,17	2966,93	3815,30	4335,57	4335,57	2962,87		2962,87
Alfalfa	7349,00	1972,45	5379,94	7359,70	7359,70	1969,05		1969,05
Almendro	6846,79	2727,01	4453,39	4702,63	4702,63	2393,40		2393,40
Arroz	8576,94	814,37	7762,57	13861,74	13861,74	814,37		814,37
Berenjena	5740,14	1344,59	4397,73	4678,43	4678,43	1342,41		1342,41
Brócoli	2361,05	1185,39	1369,53	1682,47	1682,47	991,51		991,51
Cebada	3838,31	2249,06	1766,27	2235,79	2235,79	2072,04		2072,04
Cebolla	6886,04	1739,75	5268,34	5986,75	5986,75	1617,70		1617,70
cerezo	5704,64	2082,49	3908,21	4144,44	4144,44	1796,43		1796,43
Col de bruselas	1654,19	1313,69	482,07	567,14	567,14	1172,12		1172,12
Espárrago	5956,49	1857,36	4103,10	5128,87	5128,87	1853,39		1853,39
Espinaca	2016,77	1028,19	1026,68	1207,86	1207,86	990,09		990,09
Girasol	6395,39	1379,52	5015,86	6254,19	6254,19	1379,52		1379,52
Guisante verde	3268,51	1262,47	2015,55	2239,50	2239,50	1252,96	0,00	1252,96
Haba verde	4599,15	2078,64	2524,96	3124,95	3124,95	2074,19		2074,19
Judía verde	2997,28	664,23	2333,71	2593,01	2593,01	663,57		663,57
Maíz	6357,47	1375,70	4981,76	6298,06	6298,06	1375,70		1375,70
Maíz forrajero	4202,18	716,08	3486,09	4101,29	4101,29	716,08		716,08
Manzano	7704,29	2544,14	5420,64	5711,95	5711,95	2283,64		2283,64
Melocotonero	6725,30	2390,06	4567,35	4812,80	4812,80	2157,95		2157,95
Olivar	5644,43	3114,37	2538,81	2692,27	2692,27	3105,62		3105,62
Peral	7677,91	2546,61	5486,62	11927,44	11927,44	2191,29		2191,29
Pimiento plaza	5690,57	1558,72	4131,85	4505,84	4505,84	1558,72		1558,72
Pimiento industria	6107,45	1365,37	4742,08	5171,29	5171,29	1365,37		1365,37
Pradera temporal	6997,33	1950,98	5050,76	5050,76	5050,76	1946,57		1946,57
Tomate industria	6039,44	1585,87	4453,57	4737,84	4737,84	1585,87		1585,87
Tomate plaza	6463,65	1385,92	5079,16	5403,36	5403,36	1384,49		1384,49

Tabla 11. (Continuación)

Cultivo	ETc	PrEfec	Regadío				Secano	
			NHn	NHt	CWUa	CWUvr	NH	CWUvs
	m ³ /ha/año		m ³ /ha/año				m ³ /ha/año	
Trigo blando	5055,97	2208,51	3143,15	4329,41	4329,41	1912,81		1912,81
Trigo duro	5015,22	2327,33	2697,04	3714,94	3714,94	2318,18	0,00	2318,18
Veza forrajera	4080,09	2520,10	1583,05	2214,06	2214,06	2497,03		2497,03
Viñedo	4343,08	1807,27	2555,52	2721,53	2721,53	1787,56		1787,56

ANEXO 3 Huella hídrica (m³) de los principales cultivos de Navarra 2017**Comarca I**

Tabla 9. Huella hídrica de los cultivos de secano en la Comarca I en 2017

Cultivo	Comarca I Secano						
	SupS Has	Producción Tm	Precio €/100kg	CWUvs m ³ /ha	HHvs m ³	HHvs produc m ³ /t	PE €/ m ³
Alfalfa	35	646	10,46	2.568	89.880	139	0,75
Cebada	320	1.680	16,39	2.933	938.560	559	0,29
Maíz	1	6	17,34	2.046	2.046	372	0,47
Manzano	74	444	28,70	3.512	259.888	585	0,49
Nogal	27	28	305	3.010	81.270	2.867	1,06
Patata media estación	3	62	45,00	1.868	5.604	90	4,98
Patata tardía	13	256	24,00	1.868	24.284	95	2,53
Pimiento industria	-	-	65,00	2.041	-	-	-
Pimiento plaza	-	-	71,27	2.041	-	-	-
Pradera temporal	2.163	106.257	-	2.544	5.502.672	52	-
Tomate industria	-	-	68,00	2.037	-	-	-
Tomate plaza	-	-	16,39	2.037	-	-	-
Trigo blando	640	3.507	17,63	3.609	2.309.760	659	0,27
Trigo duro	-	-	18,17	3.609	-	-	-

Tabla 10. Huella hídrica de cultivos de regadío en la Comarca I en 2017

Cultivo	Comarca I Regadío										
	Sup Has	Producción Tm	Precio €/100kg	CWUv m ³ /ha	HHvr m ³	HHvr produc m ³ /t	PEv €/ m ³	CWUa m ³ /ha	HHa m ³	HHa produc m ³ /t	PEa €/m ³
Alfalfa	-	-	10,46	2.568	-	-	-	3505	-	-	-
Cebada	10	53	16,39	2.933	29.330	553	0,30	77	768	14	11,31
Maíz	-	-	17,34	2.046	-	-	-	3744	-	-	-
Manzano	1	22	28,70	3.512	3.512	160	1,80	2519	2.519	115	2,51
Nogal	-	-	305	3.010	-	-	-	3471	-	-	-
Patata media estación	-	-	45,00	1.868	-	-	-	2307	-	-	-
Patata tardía	-	-	24,00	1.868	-	-	-	2307	-	-	-
Pimiento industria	-	-	65,00	2.041	-	-	-	3044	-	-	-
Pimiento plaza	-	-	71,27	2.041	-	-	-	3044	-	-	-
Pradera temporal	107	5.693	-	2.544	272.208	48	-	2402	256.982	45	-
Tomate industria	-	-	68,00	2.037	-	-	-	3325	-	-	-
Tomate plaza	2	140	16,39	2.037	4.074	29	5,63	3325	6.650	48	3,45
Trigo blando	-	-	17,63	3.609	-	-	-	359	-	-	-
Trigo duro	-	-	18,17	3.609	-	-	-	359	-	-	-

Comarca II

Tabla 11. Huella hídrica de los cultivos de secano en la Comarca II en 2017

Comarca II Secano							
Cultivo	Sup Has	Producción Tm	Precio €/100kg	CWUvs m³/ha	HHvs m³/ha	HHvs produc m³/ha	PE m³/ha
Alfalfa	25	403	10,46	2.354	58.848	146	0,72
Cebada	4.765	25.102	16,39	2.843	13.547.119	540	0,30
Espinaca	-	-	66,85	1.812	-	-	-
Girasol	457	1.134	33,48	4.917	2.246.853	1.981	0,17
Guisante verde	-	-	25,17	1.912	-	-	-
Maíz	-	-	17,34	2.029	-	-	-
Manzano	3	15	28,70	1.947	5.840	389	0,74
Nogal	9	9	305,00	2.913	26.221	2.775	1,10
Patata media estación	-	-	45,00	1.835	-	-	-
Patata tardía	78	1.310	24,00	1.835	143.115	109	2,20
Pradera temporal	2.437	101.428	-	2.330	5.677.922	56	-
Trigo blando	8.039	45.501	17,63	3.457	27.791.450	611	0,29
Trigo duro	31	124	18,17	3.457	107.169	864	0,21
Viñedo vinificación	91	255	43,00	2.434	221.453	869	0,49

Tabla 12. Huella hídrica de los cultivos de regadío en la Comarca II en 2017

Cultivo	Comarca II Regadío										
	Sup ha	Producción t	Precio €/100kg	CWUv m3/ha	HHvr m3	HHvr produc m3/t	PEv €/m3	CWUa m3/ha	HHa m3	HHa produc m3/t	PEa €/m3
Alfalfa	-	-	10,46	2.354	-	-	-	3941		-	-
Cebada	93	512	16,39	2.843	264.403	517	0,32	138	12.842	25	6,53
Espinaca	-	-	66,85	1.812	-	-	-	48		-	-
Girasol	23	69	33,48	4.917	113.080	1.639	0,20	378	8.694	126	2,66
Guisante verde	-	-	25,17	1.912	-	-	-	978		-	-
Maíz	46	506	17,34	2.029	93.327	184	0,94	3797	174.685	345	0,50
Manzano	-	-	28,70	1.947	-	-	-	4111		-	-
Nogal	-	-	305,00	2.913	-	-	-	3737		-	-
Patata media estación	-	-	45,00	1.835	-	-	-	2495		-	-
Patata tardía	-	-	24,00	1.835	-	-	-	2665		-	-
Pradera temporal	23	1.087	-	2.330	53.587	49	-	2696	62.009	57	-
Trigo blando	111	649	17,63	3.457	383.736	591	0,30	480	53.237	82	2,15
Trigo duro	-	-	18,17	3.457	-	-	-	480		-	-
Viñedo vinificación	6	33	43,00	2.434	14.601	442	0,97	831	4.983	151	2,85

Comarca III

Tabla 13. Huella hídrica de los cultivos de secano en la Comarca III en 2017

Comarca III Secano							
Cultivo	Sup ha	Producción t	Precio €/100kg	CWUvs m3/ha	HHvs m3	HHvs produc m3/t	Precio €/m3
Alfalfa	14	216	10,46	2.143	29.997	139	0,75
Almendro	36	14	107,64	2.796	100.651	7.189	0,15
Cebada	7.767	42.897	16,39	2.812	21.838.871	509	0,32
Cerezo y guindo	109	327	139,30	2.351	256.222	784	1,78
Girasol	607	1.700	33,48	1.800	1.092.403	643	0,52
Judía verde	-	-	49,28	954	-	-	-
Maíz	-	-	17,34	2.029	-	-	-
Manzano	12	60	32,73	3.076	36.916	615	0,53
Melocotonero y nectarino	6	30	28,70	2.994	17.962	599	0,48
Patata media estación	5	80	45,00	1.658	8.289	104	4,34
Patata tardía	1	18	36,88	1.835	1.835	102	3,62
Peral	-	-	65,00	2.893	-	-	-
Pimiento industria	-	-	71,27	3.457	-	-	-
Pimiento plaza	-	-	24,00	3.457	-	-	-
Pradera temporal	413	9.813	-	2.121	876.053	89	-
Trigo blando	11.373	62.517	17,63	3.325	37.812.622	605	0,29
Trigo duro	17	82	18,17	3.325	56.521	689	0,26

Tabla 14. Huella hídrica de los cultivos de regadío en la Comarca III en 2017

Comarca III Regadío											
Cultivo	Sup ha	Producción t	Precio €/100kg	CWUvr m3/ha	HHvs m3	HHvs produc m3/t	Precio €/m3	CWUa m3/ha	Hha m3	Hha produc m3/t	Precio €/m3
Alfalfa	23	744	10,46	2.143	49.281	66	1,58	4094	94.169	127	0,83
Almendro	3	5	107,64	2.796	8.388	1.694	0,64	2372	7.117	1.438	0,75
Cebada	276	1.430	16,39	2.812	776.043	543	0,30	213	58.693	41	3,99
Cerezo y guindo	13	65	139,30	2.351	30.559	470	2,96	1993	25.913	399	3,49
Girasol	137	171	33,48	1.800	246.556	1.440	0,23	3955	541.842	3.164	0,11
Judía verde	39	566	49,28	954	37.192	66	7,49	1809	70.547	125	3,95
Maíz	561	6.003	17,34	2.029	1.138.179	190	0,91	3847	2.158.323	360	0,48
Manzano	5	125	32,73	3.076	15.382	123	2,66	3359	16.796	134	2,44
Melocotonero y nectarino	-	-	28,70	2.994	-	-	-	2421	-	-	-
Patata media estación	1	26	45,00	1.658	1.658	64	7,06	2573	2.573	99	4,55
Patata tardía	15	401	36,88	1.835	27.522	69	5,37	2665	39.975	100	3,70
Peral	-	-	65,00	2.893	-	-	-	5455	-	-	-
Pimiento industria	20	340	71,27	3.457	69.142	203	3,50	480	9.592	28	25,26
Pimiento plaza	21	504	24,00	3.457	72.599	144	1,67	480	10.072	20	12,01
Pradera temporal	-	-	-	2.121	-	-	-	2861	-	-	-
Trigo blando	396	2.321	17,63	3.325	1.316.609	567	0,31	647	256.019	110	1,60
Trigo duro	-	-	18,17	3.325	-	-	-	637	-	-	-

Comarca IV

Tabla 15. Huella hídrica de los cultivos de secano en la Comarca IV en 2017

Comarca IV Secano							
Cultivo	Sup ha	Producción t	Precio €/100kg	CWUvs m3/ha	HHvs m3	HHvs produc m3/t	Precio €/m3
Alfalfa	109	1.748	10,46	1.995	217.412	124	0,84
Almendro	446	89	107,64	2.611	1.164.347	13.053	0,08
Cebada	18.561	88.740	16,39	2.853	52.963.452	597	0,27
Cerezo y guindo	7	21	139,30	2.186	15.303	729	1,91
Espárrago	302	1.178	323,30	2.355	711.325	604	5,35
Girasol	405	897	33,48	1.645	666.212	743	0,45
Guisante verde	-	-	25,17	1.636	-	-	-
Judía verde	-	-	49,28	836	-	-	-
Lechuga	-	-	51,15	1.159	-	-	-
Maíz	-	-	17,34	1.643	-	-	-
Manzano	5	25	28,70	2.637	13.187	527	0,54
Melocotonero y nectarino	5	43	32,73	2.710	13.551	319	1,03
Olivar aceite	1.518	5.768	59,53	3.996	6.066.339	1.052	0,57
Patata media estación	1	15	45,00	1.530	1.530	102	4,41
Patata tardía	11	175	24,00	1.530	16.828	96	2,49
Peral	-	-	36,88	2.653	-	-	-
Pimiento industria	-	-	65,00	1.626	-	-	-
Pimiento plaza	-	-	71,27	1.626	-	-	-
Pradera temporal	407	10.140	-	1.972	802.492	79	-
Remolacha azucarera	-	-	4,07	1.807	-	-	-
Trigo blando	16.064	82.296	17,63	3.210	51.569.747	627	0,28
Trigo duro	7	28	18,17	3.210	22.472	803	0,23
Viñedo vinificación	2.945	16.549	43,00	2.185	6.433.643	389	1,11

Tabla 16. Huella hídrica de los cultivos de regadío en la Comarca IV en 2017

Comarca IV Regadío											
Cultivo	Sup ha	Producción t	Precio €/100kg	CWUvr m3/ha	HHvs m3	HHvs produc m3/t	Precio €/m3	CWUa m3/ha	Hha m3	Hha produc m3/t	Precio €/m3
Alfalfa	35	1.313	10,46	1.995	69.811	53	1,97	7383	258.412	197	0,53
Almendro	8	11	107,64	2.611	20.885	1.934	0,56	3446	27.570	2.553	0,42
Cebada	849	4.512	16,39	2.853	2.422.605	537	0,31	823	698.372	155	1,06
Cerezo y guindo	-	-	139,30	2.186	-	-	-	3079	-	-	-
Espárrago	225	1.080	323,30	2.355	529.961	491	6,59	4176	939.493	870	3,72
Girasol	1	2	33,48	1.645	1.645	685	0,49	5234	5.234	2.181	0,15
Guisante verde	-	-	25,17	1.636	-	-	-	1782	-	-	-
Judía verde	-	-	49,28	836	-	-	-	2323	-	-	-
Lechuga	10	280	51,15	1.159	11.591	41	12,36	933	9.333	33	15,34
Maíz	1	4	17,34	1.643	1.643	418	0,41	7737	7.737	1.970	0,09
Manzano	2	60	28,70	2.637	5.275	88	3,26	4326	8.651	144	1,99
Melocotonero y nectarino	1	28	32,73	2.710	2.710	97	3,38	3625	3.625	129	2,53
Olivar aceite	173	865	59,53	3.996	691.355	799	0,74	1795	310.501	359	1,66
Patata media estación	13	498	45,00	1.530	19.888	40	11,27	3479	45.231	91	4,95
Patata tardía	65	2.152	24,00	1.530	99.440	46	5,19	3479	226.156	105	2,28
Peral	6	132	36,88	2.653	15.916	121	3,06	4424	26.543	201	1,83
Pimiento industria	33	561	65,00	1.626	53.665	96	6,79	4654	153.590	274	2,37
Pimiento plaza	3	72	71,27	1.626	4.879	68	10,52	4654	13.963	194	3,68
Pradera temporal	22	718	-	1.972	43.378	60	-	4534	99.742	139	-
Remolacha azucarera	-	-	4,07	1.807	-	-	-	6339	-	-	-
Trigo blando	808	4.363	17,63	3.210	2.593.897	594	0,30	1642	1.326.389	304	0,58
Trigo duro	-	-	18,17	3.210	-	-	-	1642	-	-	-
Viñedo vinificación	733	4.951	43,00	2.185	1.601.311	323	1,33	1826	1.338.626	270	1,59

Comarca V

Tabla 17. Huella hídrica de los cultivos de secano en la Comarca V en 2017

Comarca V Secano							
Cultivo	Sup ha	Producción t	Precio €/100kg	CWUvs m3/ha	HHvs m3	HHvs produc m3/t	Precio €/m3
Alfalfa	45	636	10,46	2.281	102.656	161	0,65
Brócoli	-	-	62,75	1.050	-	-	-
Cebada	13.054	55.845	16,39	2.551	33.306.023	596	0,27
Espinaca	-	-	66,85	1.172	-	-	-
Girasol	121	135	33,48	1.543	186.716	1.384	0,24
Guisante verde	-	-	25,17	1.468	-	-	-
Judía verde	-	-	49,28	2.029	-	-	-
Maíz	-	-	17,34	1.543	-	-	-
Patata media estación	1	15	45,00	1.753	1.753	119	3,77
Patata tardía	-	-	24,00	1.753	-	-	-
Remolacha azucarera	-	-	4,07	1.835	-	-	-
Trigo blando	11.127	52.141	17,63	3.457	38.466.906	738	0,24
Trigo duro	23	71	18,17	3.457	79.513	1.115	0,16

Tabla 18. Huella hídrica de los cultivos de regadío en la Comarca V en 2017

Comarca V Regadío											
Cultivo	Sup ha	Producción t	Precio €/100kg	CWUvr m3/ha	HHvs m3	HHvs produc m3/t	Precio €/m3	CWUa m3/ha	Hha m3	Hha produc m3/t	Precio €/m3
Alfalfa	779	33.294	10,46	2.281	1.777.083	53	1,96	4.639,08	3.613.847	109	1
Brócoli	364	4.914	62,75	1.050	382.319	78	8,07	1.474,37	536.670	109	6
Cebada	3.724	21.178	16,39	2.551	9.501.427	449	0,37	699,50	2.604.926	123	1,33
Espinaca	135	2.768	66,85	1.172	158.161	57	11,70	754,45	101.851	37	18
Girasol	1.420	2.776	33,48	1.543	2.191.213	789	0,42	4.620,10	6.560.539	2.363	0,14
Guisante verde	521	3.647	25,17	1.468	764.611	210	1,20	1.615,69	841.775	231	1
Judía verde	665	8.645	49,28	2.029	1.349.178	156	3,16	3.847,28	2.558.440	296	2
Maíz	3.415	36.681	17,34	1.543	5.270.261	144	1,21	4.559,75	15.571.539	425	0,41
Patata media estación	19	774	45,00	1.753	33.305	43	10,46	3.381,81	64.254	83	5
Patata tardía	-	-	24,00	1.753	-	-	-	3.381,81	-	-	-
Remolacha azucarera	372	34.674	4,07	1.835	682.550	20	2,07	2.665,03	991.391	29	1
Trigo blando	4.824	33.006	17,63	3.457	16.676.944	505	0,35	479,61	2.313.634	70	2,52
Trigo duro	70	279	18,17	3.457	241.995	867	0,21	479,61	33.573	120	2

Comarca VI

Tabla 19. Huella hídrica de los cultivos de secano en la Comarca VI en 2017

Comarca VI Secano							
Cultivo	Sup ha	Producción t	Precio €/100kg	CWUvs m3/ha	HHvs m3	HHvs produc m3/t	Precio €/m3
Alcachofa	-	-	92,83	3.483	-	-	-
Alfalfa	92	1.080	10,46	2.239	206.028	191	0,55
Almendro	312	62	107,64	2.728	850.981	13.638	0,08
Arroz	-	-	29,00	906	-	-	-
Brócoli	-	-	62,75	1.112	-	-	-
Cardo	-	-	28,00	2.475	-	-	-
Cebada	18.189	56.222	16,39	2.469	44.913.470	799	0,21
Cebolla	-	-	16,66	1.818	-	-	-
Cerezo y guindo	-	-	139,30	2.032	-	-	-
Coles	-	-	42,74	1.271	-	-	-
Coliflor	-	-	37,00	1.149	-	-	-
Espárrago	69	166	323,30	2.126	146.723	886	3,65
Espinaca	-	-	66,85	1.104	-	-	-
Guisante verde	-	-	25,17	1.430	-	-	-
Haba verde	-	-	59,00	2.487	-	-	-
Judía verde	-	-	49,28	754	-	-	-
Lechuga	-	-	51,15	1.042	-	-	-
Maíz	-	-	17,34	893	-	-	-
Manzano	-	-	28,70	2.415	-	-	-
Melocotonero	-	-	32,73	2.477	-	-	-
Nogal	12	12	305,00	2.533	30.399	2.533	1,20
Olivar aceite	541	1.839	59,53	3.600	1.947.851	1.059	0,56
Patata media estación	-	-	45,00	1.624	-	-	-
Patata tardía	-	-	24,00	1.749	-	-	-
Peral	-	-	36,88	2.478	-	-	-
Pimiento industria	-	-	65,00	1.607	-	-	-
Pimiento plaza	-	-	71,27	1.529	-	-	-

Tabla 22. (Continuación)

Cultivo	Sup ha	Producción t	Precio €/100kg	CWUvs m3/ha	HHvs m3	HHvs produc m3/t	Precio €/m3
Pradera temporal	34	571	-	2.218	75.415	132	-
Tomate industria	-	-	68,00	1.638	-	-	-
Tomate plaza	-	-	16,39	1.551	-	-	-
Trigo blando	5.407	17.827	17,63	2.145	11.599.870	651	0,27
Trigo duro	17	43	18,17	2.747	46.705	1.099	0,17
Veza forraje	492	5.677	7,45	2.951	1.451.770	256	0,29
Viñedo vinificación	1.943	12.581	43,00	2.032	3.947.257	314	1,37

Tabla 20. Huella hídrica de los cultivos de regadío en la Comarca VI en 2017

Cultivo	Comarca VI Regadío										
	Sup ha	Producción t	Precio €/100kg	CWUvr m3/ha	HHvs m3	HHvs produc m3/t	Precio €/m3	CWUa m3/ha	Hha m3	Hha produc m3/t	Precio €/m3
Alcachofa	128	1.664	92,83	3.483	445.770	268	3,47	4.019,98	514.557	309	3
Alfalfa	1.918	84.511	10,46	2.239	4.295.233	51	2,06	6.932,02	13.295.611	157	0,66
Almendro	165	378	107,64	2.728	450.038	1.191	0,90	4.470,93	737.704	1.952	1
Arroz	883	4.865	29,00	906	799.621	164	1,76	13.259,43	11.708.080	2.407	0,12
Brócoli	1.944	27.216	62,75	1.112	2.162.691	79	7,90	1.424,30	2.768.846	102	6
Cardo	197	8.865	28,00	2.475	487.638	55	5,09	1.130,14	222.637	25	11
Cebada	4.773	22.634	16,39	2.469	11.785.804	521	0,31	1.715,00	8.185.712	362	0,45
Cebolla	104	6.240	16,66	1.818	189.064	30	5,50	5.556,78	577.906	93	2
Cerezo y guindo	118	590	139,30	2.032	239.814	406	3,43	3.733,77	440.584	747	1,87
Col de Bruselas	105	2.310	42,74	1.271	133.406	58	7,40	455,69	47.847	21	21
Coliflor	304	7.296	37,00	1.149	349.208	48	7,73	1.405,98	427.419	59	6
Espárrago	432	1.901	323,30	2.126	918.611	483	6,69	4.618,17	1.995.051	1.049	3,08
Espinaca	562	11.802	66,85	1.104	620.375	53	12,72	1.054,23	592.480	50	13
Guisante verde	1.184	9.472	25,17	1.430	1.692.811	179	1,41	2.081,97	2.465.047	260	0,97
Haba verde	556	5.226	59,00	2.487	1.382.508	265	2,23	2.504,30	1.392.391	266	2
Judía verde	560	7.560	49,28	754	422.327	56	8,82	2.576,29	1.442.721	191	3
Lechuga	426	8.520	51,15	1.042	444.050	52	9,81	1.047,35	446.170	52	9,77
Maíz	5.725	63.662	17,34	893	5.110.106	80	2,16	1.692,84	9.691.526	152	1
Manzano	138	4.720	28,70	2.415	333.257	71	4,06	5.530,66	763.231	162	1,77
Melocotonero	188	5.302	32,73	2.477	465.631	88	3,73	4.612,21	867.095	164	2
Nogal	53	106	305,00	2.533	134.262	1.267	2,41	5.839,98	309.519	2.920	1
Olivar	608	3.040	59,53	3.600	2.189.082	720	0,83	1.987,50	1.208.397	397	1,50
Patata media estación	166	5.609	45,00	1.624	269.575	48	9,36	4.334,74	719.567	128	4
Patata tardía	-	-	24,00	1.749	-	-	-	4.285,15	-	-	-
Peral	585	12.870	36,88	2.478	1.449.877	113	3,27	7.207,69	4.216.501	328	1
Pimiento industria	640	19.200	65,00	1.607	1.028.175	54	12,14	4.514,97	2.889.579	150	4
Pimiento plaza	17	493	71,27	1.529	25.991	53	13,52	5.016,24	85.276	173	4,12
Pradera temporal	628	20.887	-	2.218	1.392.965	67	-	4.623,44	2.903.523	139	-
Tomate industria	1.013	75.975	68,00	1.638	1.659.144	22	31,14	4.688,27	4.749.219	63	10,88
Tomate plaza	30	2.250	16,39	1.551	46.543	21	7,92	5.192,34	155.770	69	2

Tabla 23. (Continuación)

Cultivo	Sup ha	Producción t	Precio €/100kg	CWUvr m3/ha	HHvs m3	HHvs produc m3/t	Precio €/m3	CWUa m3/ha	Hha m3	Hha produc m3/t	Precio €/m3
Trigo blando	4.863	29.373	17,63	2.145	10.432.803	355	0,50	4.031,79	19.606.603	668	0
Trigo duro	26	130	18,17	2.747	71.431	549	0,33	3.047,82	79.243	610	0,30
Veza forraje	142	4.250	7,45	2.951	419.007	99	0,76	1.327,11	188.449	44	2
Viñedo	5.318	35.808	43,00	2.032	10.803.661	302	1,43	2.471,36	13.142.710	367	1,17

Comarca VII

Tabla 21. Huella hídrica de los cultivos de secano en la Comarca VII en 2017

Comarca VII Secano							
Cultivo	Sup ha	Producción t	Precio €/100kg	CWUvs m3/ha	HHvs m3	HHvs produc m3/t	Precio €/m3
Alcachofa	-	-	92,83	2.963	-	-	-
Alfalfa	105	975	10,46	1.969	206.751	212	0,49
Almendro	729	146	107,64	2.393	1.744.789	11.967	0,09
Arroz	-	-	29,00	814	-	-	-
Berenjena	-	-	37,00	1.342	-	-	-
Brócoli	-	-	62,75	992	-	-	-
Cebada	9.325	16.804	16,39	2.072	19.321.763	1.150	0,14
Cebolla	-	-	16,66	1.618	-	-	-
Cerezo y guindo	-	-	139,30	1.796	-	-	-
Coles	-	-	42,74	1.172	-	-	-
Espárrago	-	-	323,30	1.853	-	-	-
Espinaca	-	-	66,85	990	-	-	-
Girasol	-	-	33,48	1.380	-	-	-
Guisante verde	-	-	25,17	1.253	-	-	-
Haba verde	-	-	59,00	2.074	-	-	-
Judía verde	-	-	49,28	664	-	-	-
Maíz	-	-	17,34	1.376	-	-	-
Maíz forrajero	-	-	4,20	716	-	-	-
Manzano	-	-	28,70	2.284	-	-	-
Melocotonero y nectarino	-	-	32,73	2.158	-	-	-
Olivar aceite	132	475	59,53	3.106	409.941	863	0,69
Peral	-	-	36,88	2.191	-	-	-
Pimiento industria	-	-	65,00	1.559	-	-	-
Pimiento plaza	-	-	71,27	1.365	-	-	-
Pradera temporal	7	69		1.947	13.626	197	-
Tomate industria	-	-	68,00	1.586	-	-	-
Tomate plaza	-	-	16,39	1.384	-	-	-

Tabla 24. (Continuación)

Cultivo	Sup ha	Producción t	Precio €/100kg	CWUvs m3/ha	HHvs m3	HHvs produc m3/t	Precio €/m3
Trigo blando	6.455	10.309	17,63	1.913	12.347.208	1.198	0,15
Trigo duro	326	319	18,17	2.318	755.727	2.373	0,08
Veza forraje	223	2.003	7,45	2.497	556.839	278	0,27
Viñedo vinificación	260	1.385	43,00	1.788	464.766	336	1,28

Tabla 22. Huella hídrica de los cultivos de regadío en la Comarca VII en 2017

Cultivo	Comarca VII Regadío										
	Sup ha	Producción t	Precio €/100kg	CWUvr m3/ha	HHvs m3	HHvs produc m3/t	Precio €/m3	CWUa m3/ha	Hha m3	Hha produc m3/t	Precio €/m3
Alcachofa	1.131	14.703	92,83	2.963	3.351.003	228	4,07	4.335,57	4.903.528	334	2,78
Alfalfa	3.472	174.402	10,46	1.969	6.836.556	39	2,68	7.359,70	25.552.895	147	0,71
Almendro	997	1.994	107,64	2.393	2.386.220	1.197	0,90	4.702,63	4.688.519	2.351	0,46
Arroz	1.258	7.075	29,00	814	1.024.477	145	2,00	13.861,74	17.438.065	2.465	0,12
Berenjena	61	2.745	37,00	1.342	81.887	30	12,33	4.678,43	285.384	104	3,56
Brócoli	3.433	44.629	62,75	992	3.403.864	76	8,26	1.682,47	5.775.930	129	4,86
Cebada	4.535	22.326	16,39	2.072	9.396.697	421	0,39	2.235,79	10.139.291	454	0,36
Cebolla	158	7.900	16,66	1.618	255.596	32	5,21	5.986,75	945.907	120	1,39
Cerezo y guindo	89	445	139,30	1.796	159.882	359	3,88	4.144,44	368.855	829	1,68
Coles	110	2.420	42,74	1.172	128.933	53	8,06	567,14	62.386	26	16,44
Espárrago	190	722	323,30	1.853	352.145	488	6,63	5.128,87	974.486	1.350	2,39
Espinaca	288	6.048	66,85	990	285.145	47	14,22	1.207,86	347.864	58	11,53
Girasol	333	560	33,48	1.380	459.382	820	0,41	6.254,19	2.082.646	3.716	0,09
Guisante verde	1.030	8.240	25,17	1.253	1.290.551	157	1,60	2.239,50	2.306.685	280	0,90
Haba verde	525	4.935	59,00	2.074	1.088.950	221	2,67	3.124,95	1.640.601	332	1,78
Judía verde	42	525	49,28	664	27.870	53	9,30	2.593,01	108.906	207	2,38
Maíz	3.902	42.844	17,34	1.376	5.367.985	125	1,39	6.298,06	24.575.027	574	0,30
Maíz forrajero	551	24.856	4,20	716	394.563	16	2,63	4.101,29	2.259.809	91	0,46
Manzano	191	6.532	28,70	2.284	436.176	67	4,28	5.711,95	1.090.983	167	1,72
Melocotonero y nectarino	282	7.920	32,73	2.158	608.543	77	4,25	4.812,80	1.357.210	171	1,91
Olivar aceite	2.021	10.105	59,53	3.106	6.276.450	621	0,96	2.692,27	5.441.087	538	1,11
Peral	441	9.702	36,88	2.191	966.359	100	3,69	11.927,44	5.260.001	542	0,68
Pimiento industria	286	10.010	65,00	1.559	445.794	45	14,44	4.505,84	1.288.669	129	5,04
Pimiento plaza	10	300	71,27	1.365	13.654	46	15,49	5.171,29	51.713	172	4,14
Pradera temporal	364	11.967		1.947	708.551	59	0,00	5.050,76	1.838.475	154	0,00
Tomate industria	879	58.893	68,00	1.586	1.393.977	24	28,33	4.737,84	4.164.562	71	9,58
Tomate plaza	18	1.350	16,39	1.384	24.921	18	9,11	5.403,36	97.261	72	2,28
Trigo blando	2.851	15.809	17,63	1.913	5.453.430	345	0,51	4.329,41	12.343.153	781	0,23
Trigo duro	633	3.088	18,17	2.318	1.467.409	475	0,38	3.714,94	2.351.554	762	0,24
Veza forraje	317	9.349	7,45	2.497	791.560	85	0,88	2.214,06	701.857	75	0,99

Tabla 25. (Continuación)

Cultivo	Sup ha	Producción t	Precio €/100kg	CWUvr m3/ha	HHvs m3	HHvs produc m3/t	Precio €/m3	CWUa m3/ha	Hha m3	Hha produc m3/t	Precio €/m3
Viñedo vinificación	2.898	17.504	43,00	1.788	5.180.353	296	1,45	2.721,53	7.887.003	451	0,95

ANEXO 4 Representación de la huella hídrica por tonelada (HHp, m³/t) promedio de 2008-2017

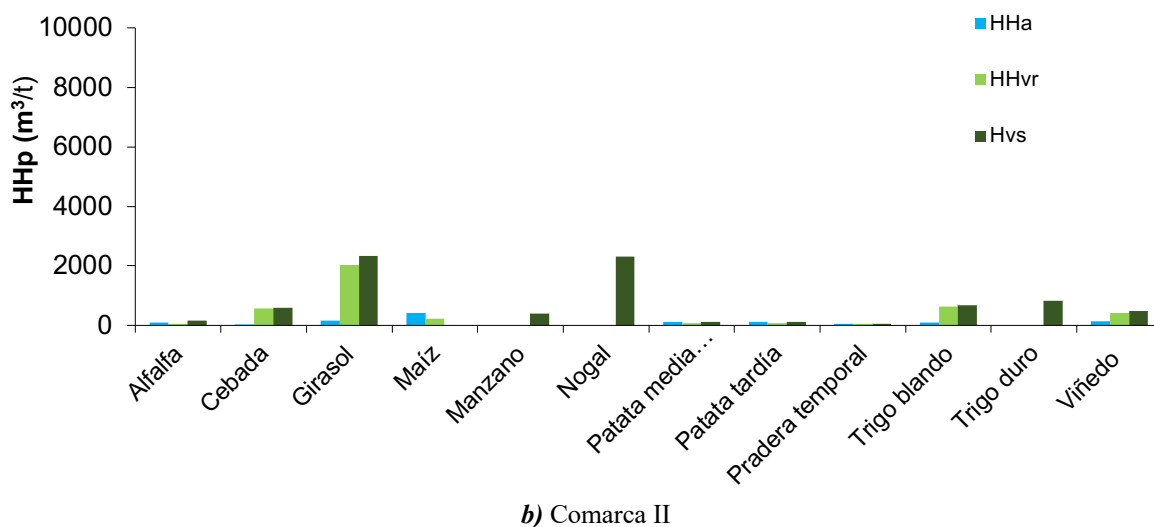
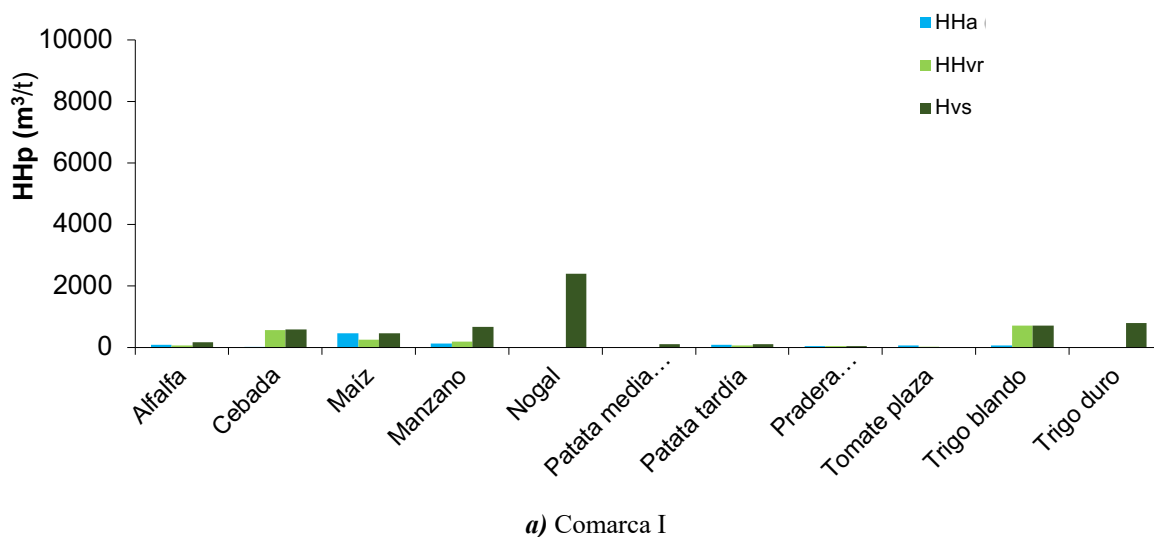
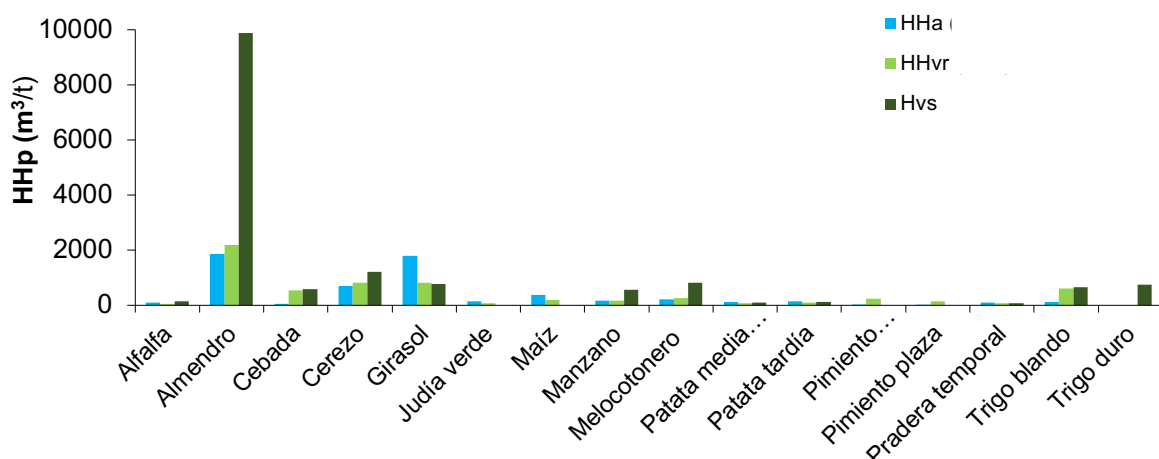
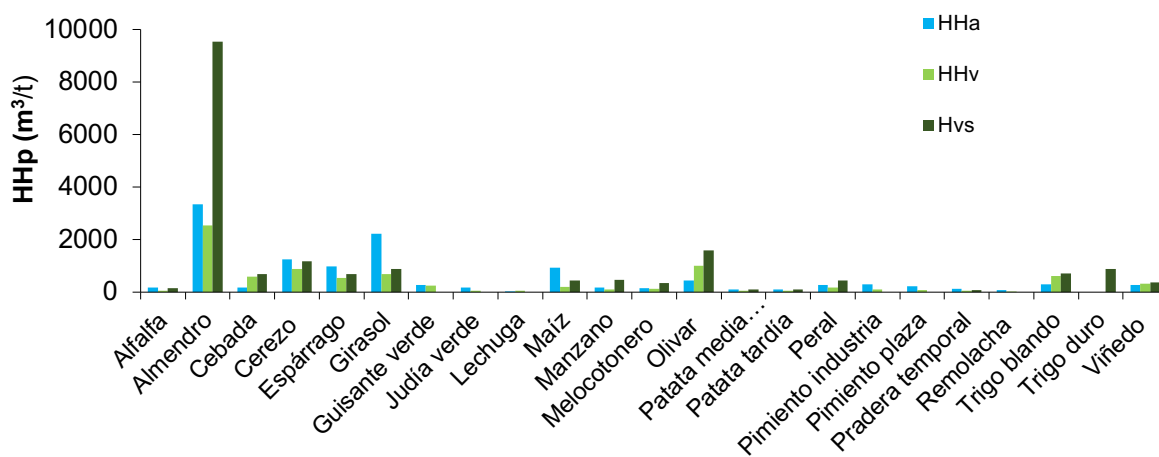


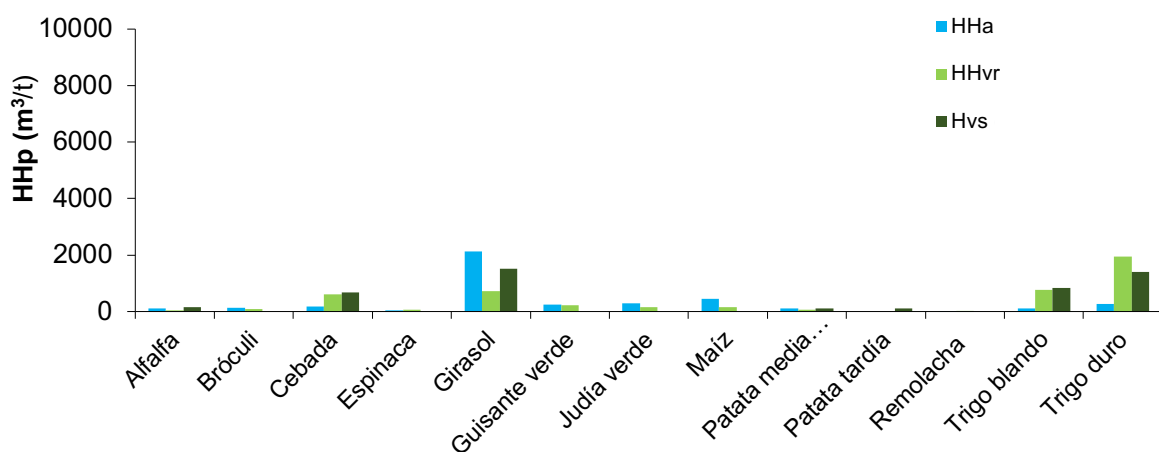
Figura 25. Huella hídrica por unidad de producción (HHp, m³/t) verde en seco (HHvs, m³/t), verde en regadío (HHvr, m³/t) y azul (HHa, m³/t) de los principales cultivos por Comarca Agraria. Valores promedio 2008-2017. a) Comarca I, b) Comarca II



a) Comarca III

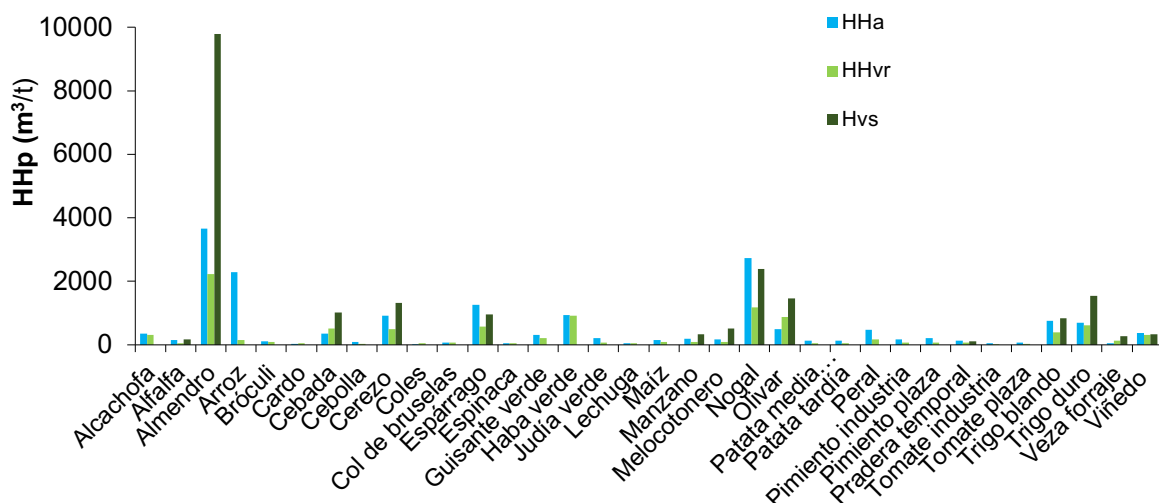


b) Comarca IV

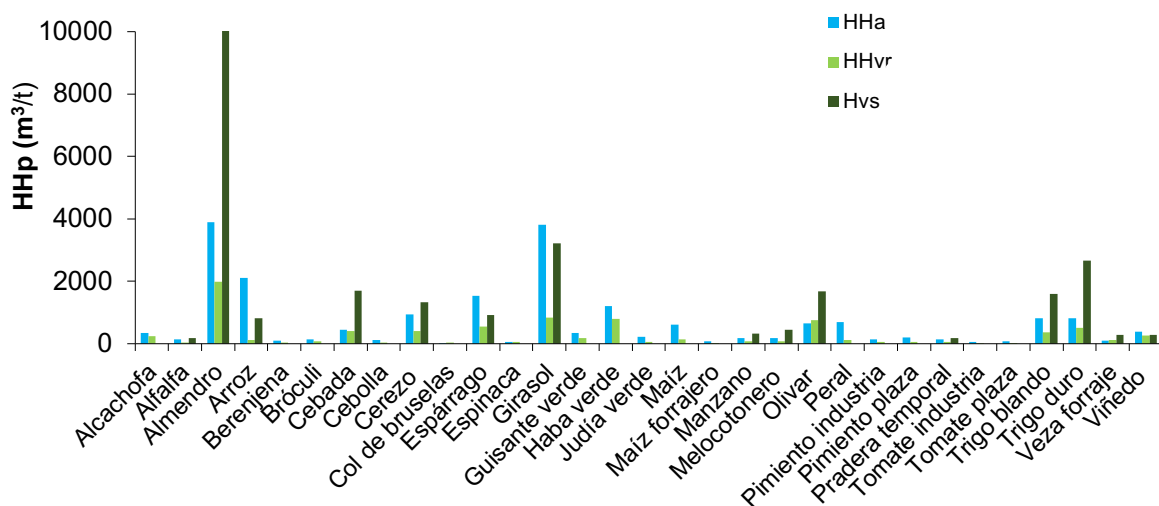


c) Comarca V

Figura 26. Huella hídrica por unidad de producción (HHp, m³/t) verde en secano (HHvs, m³/t), verde en regadío (HHvr, m³/t) y azul (HHa, m³/t) de los principales cultivos por Comarca Agraria. Valores promedio 2008-2017. a) Comarca III, b) Comarca VI, c) Comarca V



a) Comarca VI



b) Comarca VII

Figura 27. Eficiencia hídrica (HHp, m³/t) verde en secano (HHvs, m³/t), verde en regadío (HHvr, m³/t) y azul (HHa, m³/t) de los principales cultivos por Comarca Agraria. Valores promedio 2008-2017. a) Comarca VI, b) Comarca VII.

ANEXO 5 Evolución de la huella hídrica azul y superficie en regadío por Comarca Agraria

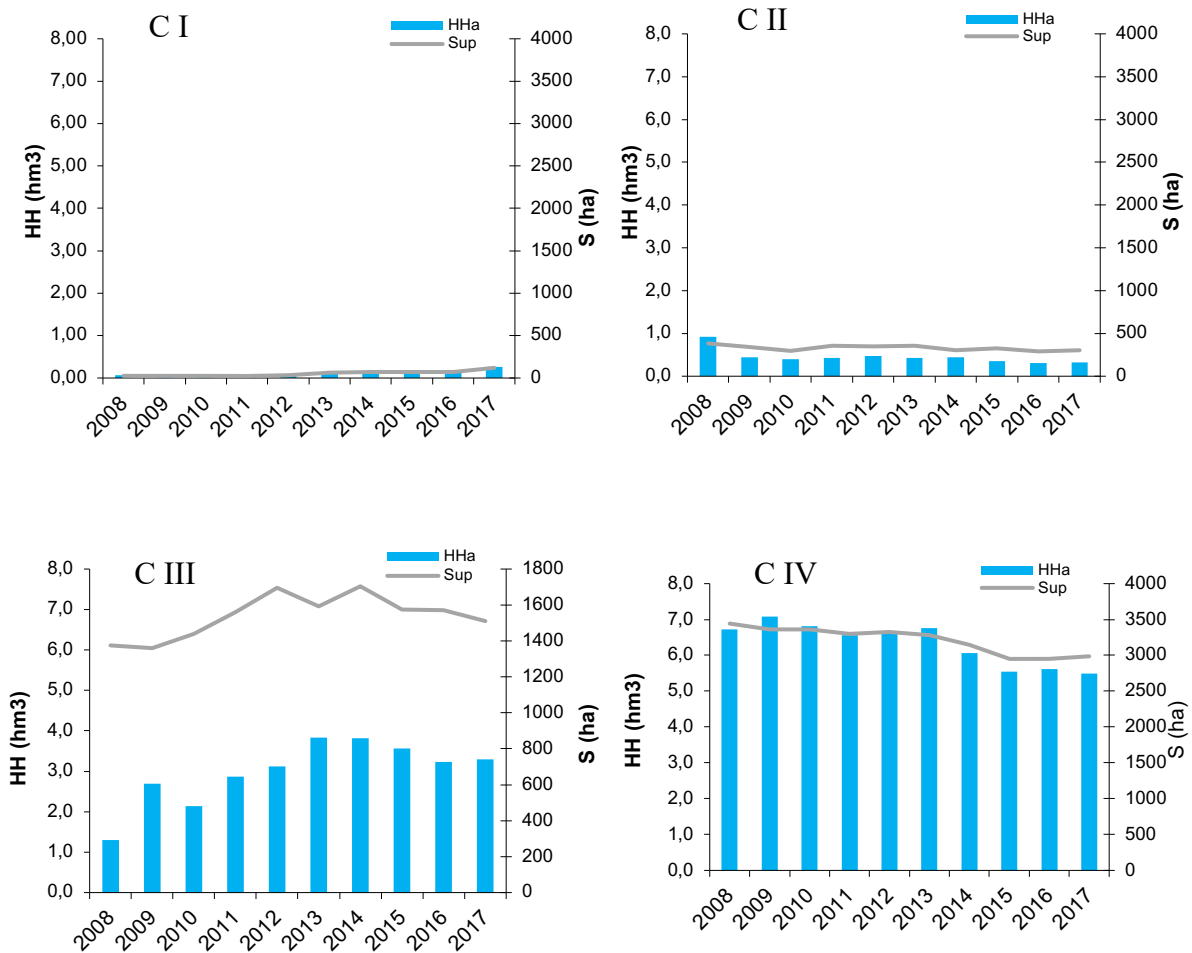
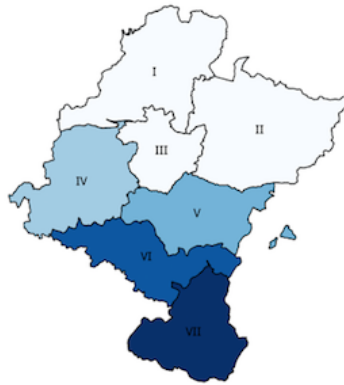


Figura 28. Evolución (2008-2017) de la huella hídrica azul (HHa, hm³) y de la superficie en regadío (S, ha) por Comarca Agraria (CI-CIV).



Figura 29. Evolución (2008-2017) de la huella hídrica azul (HHa, hm³) y de la superficie en regadío (S, ha x 10000) por Comarca Agraria (CV-CVII)