



HUELLA HÍDRICA DEL LIMÓN EN ESPAÑA

METODOLOGÍA: Manual de evaluación de la huella hídrica. Water Footprint Network (WFN)

HUELLA HÍDRICA DEL LIMÓN EN ESPAÑA

La huella hídrica del limón producido en España es de 271 m³/tonelada, siendo para la variedad Fino de 238 m³/t y de 369 m³/t para la variedad Verna.

Por provincias productoras, la HH del limón producido en Málaga es de 377 m³/t, 288 m³/t en Murcia, 272 m³/t en Alicante y 240 m³/t en Almería.

En los últimos 30 años se ha reducido la huella hídrica del limón en España en un 38,96%, por lo que para producir 1 tonelada de limón en 2020 se precisan 173 m³ menos que en 1990.

Esta menor huella hídrica es consecuencia de los importantes esfuerzos que se están haciendo en la optimización del agua de riego y el aumento de los rendimientos productivos, lo que ha llevado a que el **limón español tenga una huella hídrica un 57,8% inferior a la media mundial**.

Pese a todos estos avances, **nuestro sector sigue avanzando para continuar mejorando su huella hídrica** mediante la implantación de tecnologías y prácticas para reducir aún más el consumo de agua y hacer un uso más sostenible de los insumos en la producción de limón.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de limonero en España ocupaba en 2020 una superficie de 48.196 ha, siendo la variedad Fino con 29.993 ha la principal. La variedad Verna tenía una superficie de 18.203 ha.

Según el MAPA, la producción de limón ese mismo año alcanzó 1.114.574 toneladas, con un rendimiento medio de 23,69 t/ha. Como se puede observar en la tabla 1, el rendimiento medio de la variedad Fino es mayor que el de la variedad Verna (28,06 t/ha de la primera frente a 16,48 t/ha de la segunda).

Tabla 1. Superficie, producción y rendimiento de limón en España 2020

| | Superficie (ha) | Producción (t) | Rendimiento (t/ha) |
|--------------|--------------------|-------------------|-----------------------|
| VERNA | 18.203 | 299.973 | 16,48 |
| FINO | 29.993 | 841.601 | 28,06 |
| TOTAL | 48.196 | 1.141.574 | 23,69 |

Fuente. MAPA

El agua dulce es un recurso escaso y limitado. Las actividades humanas consumen y contaminan una gran cantidad de agua, siendo la producción agrícola la que mayor uso de los recursos hídricos realiza.

En la actualidad, los consumidores, los productores, los minoristas, las industrias alimentarias y los comerciantes de productos que precisan grandes cantidades de agua, son agentes de cambio necesarios en la gestión de este recurso tanto en su papel como usuarios directos como usuarios indirectos.

Con la introducción del concepto de huella hídrica en 2002, ha ganado peso la idea de considerar el uso del agua en las cadenas de suministro. Este concepto se centra tanto en el uso directo del agua por parte de un consumidor o de un productor, como por su uso indirecto, siendo un indicador integral de la apropiación de los recursos hídricos.

Desde la Asociación Interprofesional de Limón y Pomelo (AILIMPO), en su apuesta por la innovación, la tecnología y el conocimiento, realizamos nuestras actuaciones considerando los tres ejes de la sostenibilidad; medioambiental, social y económica, siendo nuestro papel clave para preparar a todos los agentes que intervienen en el sector del limón y el pomelo (productores, cooperativas, exportadores e industrias) ante los retos a los que se tienen que enfrentar en los diferentes ámbitos.

En 2015, las Naciones Unidas adoptaron la Agenda 2030, en la que figura un compromiso de lograr todos los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Con el objeto de contribuir a su consecución, **AILIMPO realiza a través de este trabajo la medición de la huella hídrica del limón producido en España, contribuyendo a los ODS siguientes:**

- **ODS 6. Agua limpia y saneamiento.** Es un objetivo garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.
- **ODS 12 Producción y consumo responsables.** Se pretende optimizar el uso del agua y la reutilización hídrica en la extracción y producción de alimentos.

2. OBJETIVOS Y ALCANCE DE ESTE INFORME

El objetivo de este informe es realizar una evaluación de la huella hídrica del limón en España.

Para ello, se realiza la evaluación de la huella hídrica mediante un análisis a nivel nacional y en las diferentes regiones productoras considerando las diferentes variedades (Fino y Verna).

Para conocer la evolución de la huella hídrica en limón, realizamos una comparativa de las cifras de 2020 con respecto a las de 1990.

A continuación, se comparan los datos obtenidos en el informe con los datos medios mundiales y de otros países, así como con la información de huella hídrica de otros productos agrícolas basándonos en los datos de las fuentes bibliográficas disponibles.

Posteriormente se indican las causas por las que el sector arroja las cifras de huella hídrica obtenidas en la fase de evaluación y por último proponemos una serie de recomendaciones a los productores para disminuir su huella hídrica.

3. ¿QUÉ ES LA HUELLA HÍDRICA?

La huella hídrica es un indicador del uso de agua dulce que no se centra únicamente en el uso directo del agua por parte de un consumidor o de un productor, sino que también tiene en cuenta su uso indirecto. La huella hídrica puede considerarse un indicador integral de la apropiación de los recursos hídricos frente a la medida tradicional y restrictiva de la extracción de agua. **Es el volumen de agua dulce usado para elaborar el producto, medido a lo largo de la cadena de suministro completa.**

El uso del agua dulce a través de la huella hídrica se realiza en tres ámbitos que son los siguientes:

- **Huella hídrica azul (HHazul).** Es un indicador del uso consuntivo de la denominada “agua azul”, es decir, **del agua dulce superficial o subterránea**. La expresión “uso consuntivo del agua” se refiere a uno de los cuatro casos siguientes:
 1. El agua se evapora.
 2. El agua se incorpora al producto.
 3. El agua no regresa a la misma zona de captación, por ejemplo, regresa a otra zona de captación o al mar.
 4. El agua no regresa en el mismo período, por ejemplo, se extrae en un período seco y vuelve en un período húmedo.
- **Huella hídrica verde (HHverde).** Se trata del parámetro que indica el uso que hacen los seres humanos de las precipitaciones terrestres que no se transforman en escorrentía ni en aguas subterráneas, sino que se almacenan en el suelo o se quedan de forma temporal en la superficie del suelo o de la vegetación. Con el tiempo, esta parte de la precipitación se evapora o transpira a través de las plantas. El agua verde puede ser productiva para el crecimiento de los cultivos (sin embargo, no toda el agua verde puede ser asimilada por ellos, puesto que siempre habrá evaporación del suelo y porque no todos los períodos del año o zonas son adecuados para el crecimiento del cultivo).

La huella hídrica verde es el volumen de agua de lluvia consumida durante el proceso de producción. Esto es especialmente importante para productos agrícolas y forestales (a base de cultivos o madera), donde nos referimos a la evapotranspiración total del agua de lluvia (de campos y plantaciones) más el agua incorporada a los cultivos o madera recolectados.
- **Huella hídrica gris (HHgris).** Refleja el grado de contaminación de agua dulce que puede asociarse con la etapa del proceso. Se define como el **volumen de agua dulce que se necesita para asimilar la carga de contaminantes basado en las concentraciones en condiciones naturales y en las normas o legislación de calidad ambiental del agua existentes**. El concepto de huella hídrica gris

HUELLA HÍDRICA DEL LIMÓN EN ESPAÑA

surgió del reconocimiento de que la magnitud de contaminación del agua puede expresarse en términos de volumen de agua necesario para diluir los contaminantes de forma que se vuelvan inocuos.

Por lo tanto, la **huella hídrica del cultivo (HHcultivo)** es la suma de la huella azul, verde y gris.

$$HH_{cultivo} = HH_{azul} + HH_{verde} + HH_{gris}$$

Por otro lado, también hay que considerar la huella hídrica indirecta, cuya definición es la siguiente:

- **Huella hídrica indirecta (HHind).** La huella hídrica indirecta de producto **se refiere al consumo y la contaminación producida por los insumos consumidos en la actividad que se desarrolla, en este caso, en las explotaciones agrícolas**, excluyendo el agua dado que esa sería la HHcultivo.

Por último, la **huella hídrica total del proceso de producción de limón (HHtotal)**, se calcula sumando huella hídrica del cultivo y la huella hídrica indirecta.

$$HH_{total} = HH_{cultivo} + HH_{ind}$$

4. METODOLOGÍA EMPLEADA PARA OBTENER LA HUELLA HÍDRICA DEL LIMÓN EN ESPAÑA

La metodología empleada en este trabajo es la que establece el “Manual de evaluación de la huella hídrica” publicado por la Water Footprint Network (WFN), siendo la guía de referencia a nivel mundial para su cálculo.

A continuación, describimos el proceso de cálculo empleado para cada uno de los ámbitos de la huella hídrica.

4.1 Huella hídrica azul (HHazul)

Siguiendo la metodología de la WFN, la calculamos según la siguiente expresión:

$$HH_{azul} = (ET_c + AT - P_e) / R_{dto}$$

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

ET_c = Evapotranspiración del cultivo

ET_o = Evapotranspiración de referencia

K_c = Coeficiente de cultivo

AT = Agua empleada en los tratamientos fitosanitarios

P_e = Precipitación efectiva

HUELLA HÍDRICA DEL LIMÓN EN ESPAÑA

P = Precipitación

Rdto = Producción de limón por unidad de superficie. Se ha tenido en cuenta el rendimiento medio de los últimos 5 años en cada provincia y en el total de España.

En los siguientes apartados se expone cómo se han obtenido los datos de la ETc, ETo, Precipitación (P), Precipitación (Pe) y Agua empleada en los tratamientos fitosanitarios (AT).

4.1.1. Cálculo de la Evapotranspiración del cultivo (ETc)

La ETc representa las necesidades hídricas del cultivo.

En este trabajo se ha obtenido teniendo en cuenta los valores de la ETc para el cultivo del limón en cada una de las principales regiones productivas.

El coeficiente de cultivo (Kc) empleado ha sido el obtenido del Sistema de Información Agraria de Murcia (SIAM), considerando los siguientes valores medios anuales según la variedad:

Limón Fino.....Kc=0,398

Limón Verna.....Kc=0,382

4.1.2. Datos de la Evapotranspiración de referencia (ETo) y Precipitación (P)

Para el valor de la ETo y precipitación hemos considerado los datos climáticos de estaciones localizadas en las diferentes regiones en los últimos 19 años (de 2002 a 2020). Aunque la WFN recomienda una serie histórica más amplia, nos hemos visto limitados por la no existencia, en algunos casos, de datos climáticos anteriores a 2002.

Todas las estaciones climáticas realizan el cálculo de la ETo según el método Penman-Monteith.

Las fuentes de datos climáticos utilizadas y la sistemática empleada son:

- **Murcia.** Sistema de Información Agraria de Murcia (SIAM). Datos de 21 estaciones localizadas en las zonas de producción de limón. Se calculan los datos de ETo y P (mm) de cada estación para posteriormente obtener el cálculo de los datos medios de las 21 estaciones, que utilizamos para toda la superficie de limón de la provincia.
- **Alicante.** Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). Las estaciones de referencia que utilizamos son las 10 de la provincia localizadas en las zonas en las que se cultiva limón. Posteriormente obtenemos la media de dichos datos que empleamos para el conjunto de la superficie de dicha provincia.
- **Andalucía.** Red de Información Agroclimática de Andalucía (RIA). Debido a la forma en la que se ofrecen los datos climáticos, no es posible realizar el cálculo siguiendo la metodología empleada en Murcia y Alicante. Por ello, se selecciona una estación de referencia para cada provincia (Cuevas de Almanzora para Almería y Cártama para Málaga) y los datos de ETo y precipitación se trasladan al conjunto de la provincia.

4.1.3. Precipitación efectiva (Pe)

La precipitación efectiva es la fracción de la precipitación total que es aprovechada por las plantas.

Depende de múltiples factores como pueden ser la intensidad de la precipitación o la aridez del clima, así como otros tales como la inclinación del terreno, contenido en humedad del suelo o velocidad de infiltración. Hemos aplicado la fórmula que propusieron Brouwer y Heibloem en 1986 para su aplicación en áreas con pendientes inferiores al 5 %. Así, en función de la precipitación caída durante el mes, empleamos:

$$Pe = 0,8 * P - 25 \quad Si P > 75 \text{ mm/mes}$$

$$Pe = 0,6 * P - 10 \quad Si P < 75 \text{ mm/mes}$$

Si al aplicarlas el resultado de la Pe fuese negativo, se considera que $Pe = 0$.

Donde:

P = precipitación mensual (mm/mes)

Pe = precipitación efectiva (mm/mes)

Para Murcia y Alicante se ha obtenido la precipitación efectiva en función de los datos de precipitación mensuales (tal y como indica la expresión anterior) para una única estación meteorológica representativa, calculando el % que supone la precipitación efectiva sobre el total de precipitación resultante tal y como se indica en el apartado 4.1.2.

En cada una de las provincias de Andalucía, dado que se han tomado datos de Precipitación y ETo para la estación de referencia como representativos del conjunto de la provincia, la precipitación efectiva resulta de realizar el cálculo empleando las expresiones anteriores.

4.1.4. Agua empleada en los tratamientos fitosanitarios (AT)

La cantidad de agua utilizada en la realización de tratamientos fitosanitarios (AT) no repercute de forma importante en el total de la Huella azul del cultivo, aunque lo tendremos en cuenta para su cálculo.

García, J. (2018), estima el número de tratamientos fitosanitarios medio en 5 al año tanto para la variedad Fino como para Verna. Nosotros vamos a considerar que se alcanzan los 8 en ambos casos.

Con los 8 tratamientos/año y un volumen de caldo medio de 1000 l/ha, resulta un **valor para AT de 8 m³/ha**.

4.2 Huella hídrica verde (HHverde)

El cálculo, según la metodología de la WFN, se realiza utilizando la siguiente expresión:

$$HHverde = Pe / Rdto$$

Pe = Precipitación efectiva

Rdto = Producción de limón por unidad de superficie

4.3 Huella hídrica gris (HHgris)

Para la determinación de la huella hídrica gris, hemos tenido en cuenta el nitrógeno aportado para la fertilización como el contaminante más representativo.

La aportación de nitrógeno máxima para el cultivo de limonero, según el CBPA de la Región de Murcia, es de 6 Kg N/tonelada producida y el contenido a partir del cual se considera que un curso de agua (superficial o subterránea) está contaminada por nitratos según la Directiva 91/676/CEE, es de 10 mg N/litro. Se considera un factor de lixiviación del 10%.

De esta forma, la HHgris resulta de la siguiente expresión:

$$HHgris = \frac{(Kg \text{ producto químico aplicado}) * \frac{(factor \text{ lixiviación})}{(concentración \text{ max permit acuífero})}}{Rendimiento}$$

4.4 Huella Hídrica del Cultivo (HHcultivo)

El total de la huella hídrica del cultivo es la suma de la huella hídrica azul, verde y gris.

$$HHcultivo = HHazul + HHverde + HHgris$$

4.5 Huella hídrica indirecta (HHind)

Los insumos que consideramos en el cálculo de la HHind son los fertilizantes y los envases de productos fitosanitarios.

El cálculo para el cultivo del limón presenta ciertas dificultades dado que no se cuentan con fuentes de información acerca de la huella hídrica en la fabricación de fertilizantes y envases de productos fitosanitarios. Por ello, emplearemos estimaciones ya utilizadas en otros estudios de huella hídrica como Tolón A., et al (2013).

4.5.1. Fertilizantes

Para analizar la huella hídrica indirecta que representa el uso de los fertilizantes, consideramos las cantidades empleadas en el cultivo que se indican en la publicación de Soria, A. (2008), diferenciadas para limón Fino y limón Verna.

La huella hídrica por kilo de fertilizante comercial empleado que hemos tenido en cuenta es de 180 litros/tonelada de fertilizante.

Para limón Fino, las cantidades totales de fertilizantes empleadas son de 892 Kg/ha mientras que, para el Verna, alcanzan los 975 Kg/ha.

De esta forma, la huella hídrica indirecta de los fertilizantes empleadas en el cultivo de limón es de 160,56 l/ha para la variedad Fino y de 175,5 l/ha para la Verna.

4.5.2. Envases fitosanitarios

Hemos considerado que todos los envases de productos fitosanitarios son de plástico y de 1 litro de capacidad. La huella hídrica para este tipo de envases es de (3 litros de agua/envase). Estimamos que se consumen 30 envases/ha y año.

Por lo tanto, La huella hídrica total de envases fitosanitarios empleados en limón es de 90 litros/ha.

4.6 Huella hídrica total (HHtotal)

Finalmente, se obtiene la huella hídrica total del proceso de producción de limón sumando la huella hídrica del cultivo y la huella hídrica indirecta.

$$HH_{total} = HH_{cultivo} + HH_{ind}$$

4.7 Huella hídrica total en 1990

Con el objetivo de conocer cuál ha sido la evolución de la huella hídrica de limón en los 30 últimos años, se realiza el cálculo de la HHtotal en el año 1990.

Para ello, tenemos en cuenta los rendimientos medios de la producción de limón en el periodo 1986-1990 (5 años).

Como consecuencia de no disponer de datos climáticos de ETo y precipitaciones de las estaciones climáticas empleadas para el cálculo de la HHtotal 2020 entre el periodo 1970 y 1990, realizamos las siguientes consideraciones:

HUELLA HÍDRICA DEL LIMÓN EN ESPAÑA

- Utilizamos los valores de la ETo empleados para la HHtotal 2020 a sabiendas de que, debido al aumento de las temperaturas medias como consecuencia del cambio climático, los valores para 1990 fueron menores. Por lo tanto, los datos empleados supondrán un cálculo de HHtotal 1990 algo superiores a la que se hubiera obtenido en caso de disponer de valores de la ETo de los años 1970 a 1990.
- Estimamos para el cálculo de la HHtotal en 1990 que las precipitaciones medias en el periodo anterior a 1990 fueron un 10% superiores a las del periodo considerado para la HHtotal 2020 (también por la reducción de las precipitaciones como consecuencia del cambio climático).
- Se realizan 12 tratamientos fitosanitarios/campaña, por la tendencia de las prácticas de cultivo actuales a la reducción del número de tratamientos (en 2020 estimamos 8 trat/año).
- La HHgris en 1990 es la misma que en 2020.

5. CONTABILIDAD DE LA HUELLA HÍDRICA DEL LIMÓN EN ESPAÑA

La huella hídrica total del sector de limón es de 309 Hm³, lo que supone una cantidad media de 6.408 m³/ha. En la tabla siguiente se pueden observar los datos según el tipo de huella.

La HHind supone únicamente 0,01 m³/t, por lo que tiene una muy baja repercusión sobre la HHtotal. Por ello, aunque esté incluida en la HHtotal, en adelante no la reflejaremos en las tablas y gráficos.

Tabla 2. Huella hídrica en España total limón en diferentes medidas

| UNIDAD HH | HHazul | HHverde | HHgris | HHtotal |
|--------------------------|--------|---------|--------|---------|
| m ³ /tonelada | 155 | 56 | 60 | 271 |
| m ³ /ha | 3.663 | 1.324 | 1.421 | 6.408 |
| Hm ³ | 177 | 64 | 68 | 309 |

Fuente. Elaboración propia

La huella hídrica total del limón en España es de 271 m³/tonelada, siendo la HHazul, la HHverde y la HHgris de 155 m³/t, 56 m³/t y 60 m³/tonelada respectivamente.

Si consideramos la huella hídrica total del cultivo por provincias (tabla 3), observamos que la provincia en la que es mayor su huella hídrica total para limón es Murcia con 192,24 Hm³, seguida de Alicante con 72,6 Hm³. Las provincias de Almería y Málaga son en las que el cultivo del limón tiene menor huella hídrica total con 25,6 y 15,4 Hm³.

HUELLA HÍDRICA DEL LIMÓN EN ESPAÑA

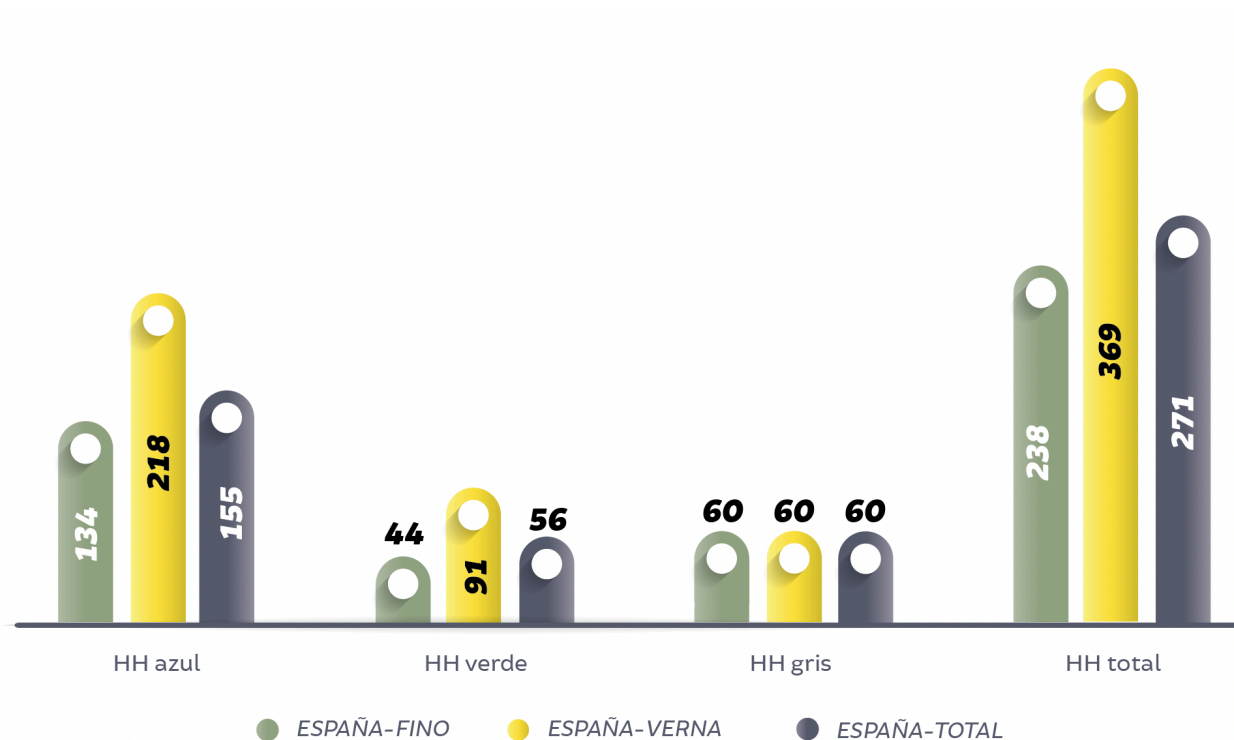
Tabla 3. Huella hídrica total de limón por provincias (Hm³)

| | |
|---------------------|------------|
| Murcia | 192,24 |
| Alicante | 72,6 |
| Almería | 15,4 |
| Málaga | 25,6 |
| Otras provincias | 3,16 |
| Total España | 309 |

Fuente. Elaboración propia

El gráfico 1 representa la huella hídrica del limón en España. Como se puede observar, la HHtotal para la variedad Fino es de 238 m³/tonelada, mientras que en la variedad Verna es de 369 m³/tonelada. Debido a los menores rendimientos medios de la variedad Verna, su huella hídrica es muy superior a la de la variedad Fino.

Gráfico 1. Huella hídrica limón España (m³/tonelada)



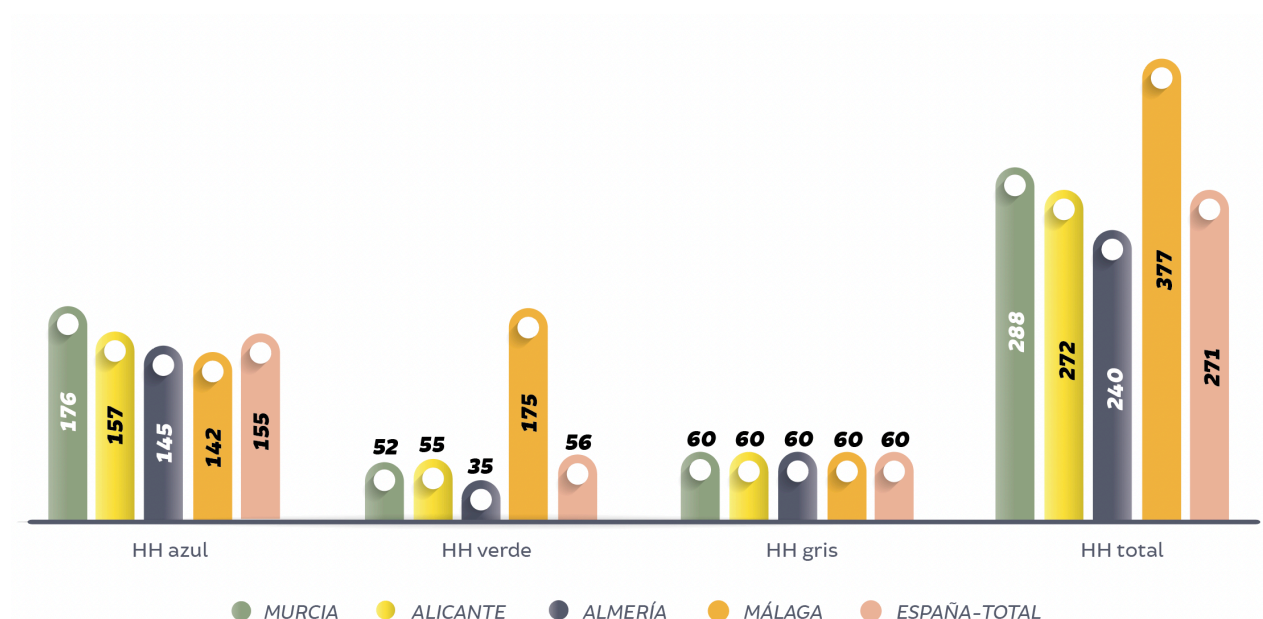
Fuente. Elaboración propia

HUELLA HÍDRICA DEL LIMÓN EN ESPAÑA

Por provincias productoras, el gráfico 2 muestra que la huella hídrica de limón es más elevada en las regiones cuyos rendimientos son menores y existe una mayor proporción de la variedad Verna. Es el caso de la provincia de Málaga (HHtotal 377 m³/t), donde, además, debido a las mayores precipitaciones medias, su HHverde también es muy superior al del resto de zonas.

La región productora con menor huella hídrica es Almería con 240 m³/t, seguida de Alicante y Murcia con 272 y 288 m³/t respectivamente.

Gráfico 2. Huella hídrica limón por Región (m³/tonelada)

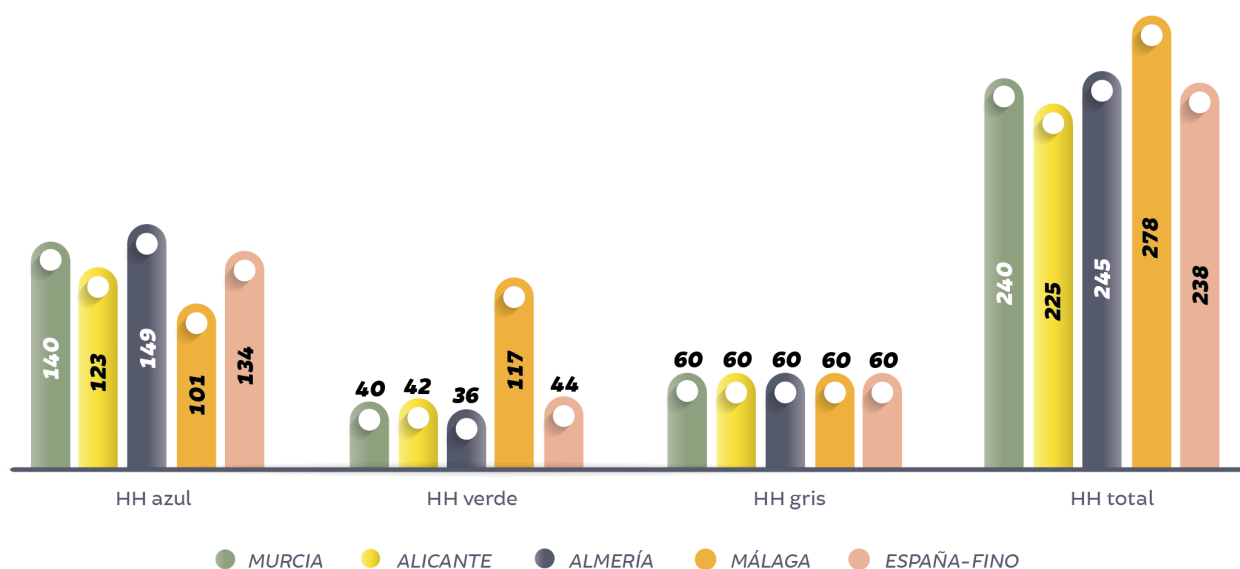


Fuente. Elaboración propia

HUELLA HÍDRICA DEL LIMÓN EN ESPAÑA

En relación al limón Fino (gráfico 3), su huella hídrica oscila entre las 225 m³/t de la provincia de Alicante y los 278 m³/t de Málaga. En Murcia la cifra es de 240 m³/t y en Almería de 245 m³/t.

Gráfico 3. Huella hídrica limón Fino por Región (m³/tonelada)

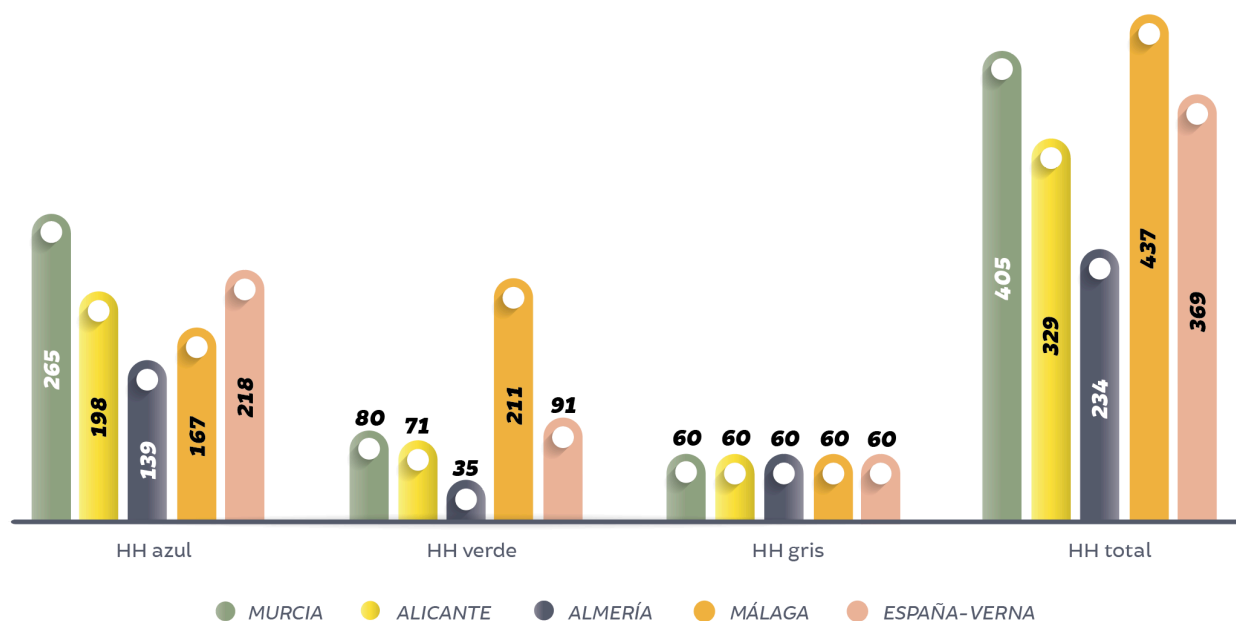


Fuente. Elaboración propia

HUELLA HÍDRICA DEL LIMÓN EN ESPAÑA

En cuanto a la variedad Verna (gráfico 4) las diferencias de huella hídrica entre provincias son muy elevadas debido a la diversidad de los rendimientos productivos. Así, en las regiones con menores rendimientos (Málaga o Murcia) se alcanzan valores de 437 y 405 m³/t, mientras que Alicante es de 329 m³/t y la que tiene una cifra menor es Almería (234 m³/t).

Gráfico 4. Huella hídrica limón Verna por Región (m³/tonelada)



Fuente. Elaboración propia

6. EVOLUCIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA DE LIMÓN EN ESPAÑA. COMPARATIVA 1990 VS 2020

Tal y como se observa en la tabla 4, para producir 1 tonelada de limón en la actualidad, la huella hídrica es de 173 m³ menos que en el año 1990, por lo que **la huella hídrica se ha reducido en un 38,96% en los últimos 30 años.**

Esta bajada tan importante se ha producido tanto por la optimización y eficiencia en el uso de los recursos hídricos, como por el aumento de los rendimientos del cultivo.

HUELLA HÍDRICA DEL LIMÓN EN ESPAÑA

Tabla 4. Evolución huella hídrica total de limón en España 2020 vs 1990

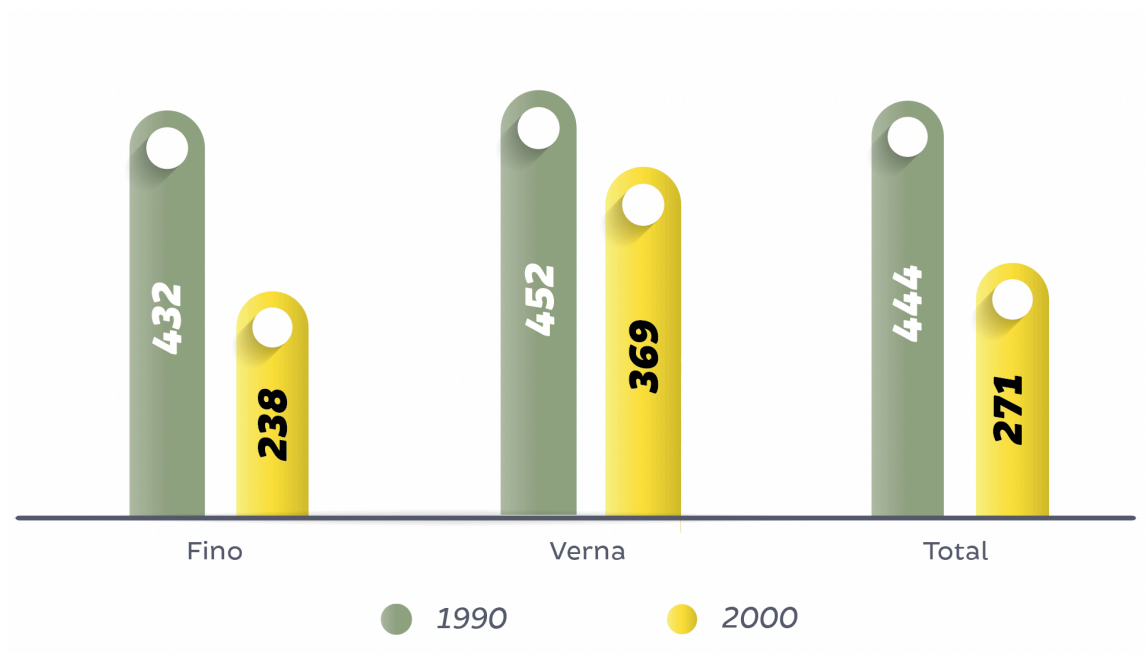
| VARIEDAD | HHtotal (m³/t) | | 2020 vs 1990 | |
|--------------|----------------|------------|--------------|-----------------|
| | 1990 | 2020 | (m³/t) | dif (%) |
| FINO | 432 | 238 | -194 | -44,91 % |
| VERNA | 452 | 369 | -83 | -18,36 % |
| TOTAL | 444 | 271 | -173 | -38,96 % |

Fuente. Elaboración propia

Por variedades, la reducción de la huella hídrica ha sido más importante para la variedad Fino (de 432 m³/t en 1990 a 238 m³/t en 2020) lo que ha supuesto una reducción del 44,91%.

En cuanto a la variedad Verna, la bajada en los últimos 30 años ha sido del 18,36% (83 m³/t).

Gráfico 5. Evolución HHtotal en España 2020 vs 1990 (m³/t)



Fuente. Elaboración propia

7. COMPARATIVA INTERNACIONAL DE LA HH DEL LIMÓN

Como se puede observar en la tabla 5, la huella hídrica media mundial (HH según UNESCO-IHE) para el limón es de 642 m³/t. Según Araujo, P. (2019), la huella hídrica de Argentina (sin contabilizar la HHgris) es de 383,8 m³/t, mientras que la de Sudáfrica es de 225 m³/tonelada (Munro, S.A. et al 2016). Por último, la cifra para España es de 271 m³/t.

La cifra de huella hídrica de Sudáfrica, es tan baja como consecuencia del alto rendimiento productivo, ya que el estudio de huella hídrica del que hemos obtenido la información, contempla un rendimiento medio de 52 toneladas/ha, cifra muy superior a las de otros países (p.e. en España es de 23,69 t/ha).

Para limón, la HH en España es un 57,8% inferior a la media mundial y un 29,4% inferior a la de Argentina (dato que podría ser todavía menor si la HH de Argentina contemplara el cálculo de la HHgris). En cambio, es un 20,4% superior a la de Sudáfrica.

También se muestra en la tabla 5 que la HHverde del limón producido en España es la menor de todas las comparadas. Este dato es debido al menor régimen de precipitaciones en las zonas productoras españolas frente a los países utilizados en la comparativa.

Tabla 5. Huella hídrica de limón en diferentes países (m³/t)

| | HUELLA HÍDRICA | | | | España vs UNESCO-IHE | | España vs Argentina | | España vs Sudáfrica | |
|-----------------|----------------|--------------|------------|------------|----------------------|----------------|---------------------|----------------|---------------------|---------------|
| | UNESCO-IHE | ARGENTINA | SUDÁFRICA | ESPAÑA | m³/t | % | m³/t | % | m³/t | % |
| Hazul | 152 | 83,4 | 113 | 155 | 3 | 2 % | 71,6 | 85,9 % | 42 | 37,2 % |
| Hverde | 432 | 300,4 | 62 | 56 | -376 | -87 % | -244,4 | -81,4 % | -6 | -9,7 % |
| Hgris | 58 | S/D | 50 | 60 | 2 | 3,4 % | | | 10 | 20,0 % |
| HH total | 642 | 383,8 | 225 | 271 | -371 | -57,8 % | -112,8 | -29,4 % | 46 | 20,4 % |

Fuente. Elaboración propia

Estas menores precipitaciones en España, unido a los altos valores de evapotranspiración del cultivo, influye en la necesidad de realizar mayores aportaciones de agua de riego que en otras zonas productoras, por lo que la cifra de la HHazul en España es la mayor.

En definitiva, **la huella hídrica en la producción de limón en España está muy por debajo de la media mundial** como consecuencia de la mayor eficiencia en el uso del agua por parte de los productores. Además,

HUELLA HÍDRICA DEL LIMÓN EN ESPAÑA

tenemos buenas perspectivas para mejorar nuestra huella hídrica en los próximos años, ya que existen muchas plantaciones jóvenes que todavía no producen o no han alcanzado el máximo potencial productivo, que en un futuro próximo repercutirán con sus mayores producciones al aumento de los rendimientos medios.

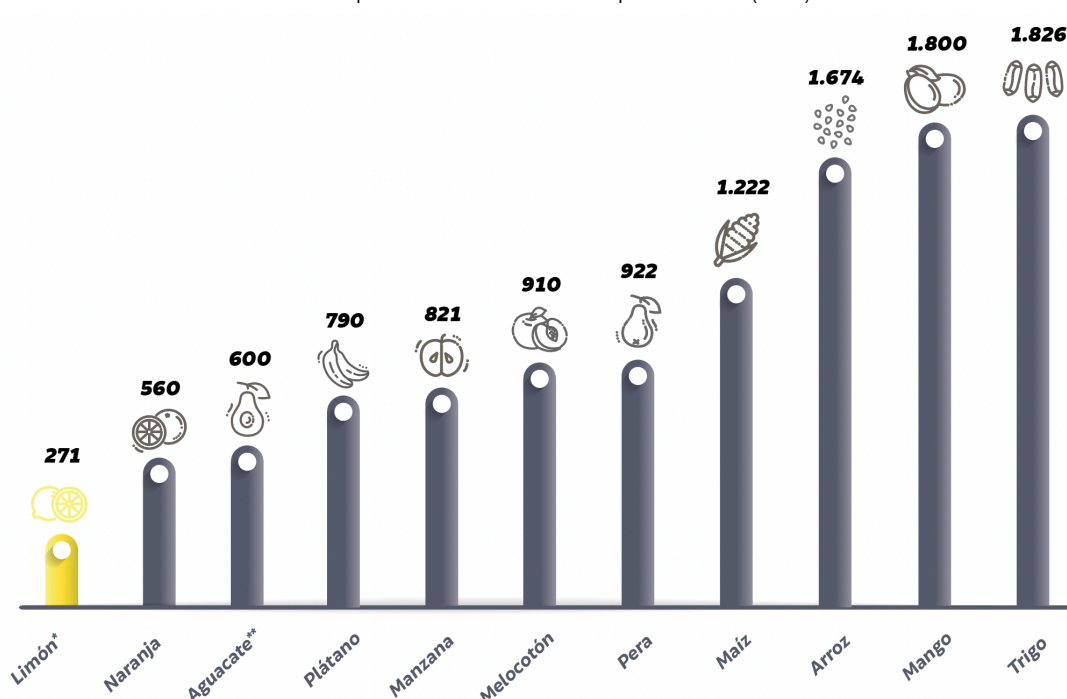
8. COMPARATIVA HH DEL LIMÓN EN ESPAÑA CON RESPECTO A OTROS PRODUCTOS AGRÍCOLAS

La mayor parte del uso del agua en el mundo se realiza en la producción agrícola. Se estima que el 86% de la huella hídrica humana está relacionada con esta actividad.

Por ello, dado que la huella hídrica de un producto agrícola puede causar cierta impresión al analizarlo de forma individual (en el caso del limón, producir 1 kilo en España supone una huella hídrica de 271 litros), es importante conocer como es nuestra HH frente a otros productos.

Por ello, en el gráfico 6 realizamos una comparativa entre la huella hídrica de limón obtenida en el presente trabajo y la de otros productos agrícolas, observando que es inferior a otros productos como naranja (560 m³/t). En cuanto a otras frutas no cítricas, nos encontramos con cifras entre los 600 m³/t del aguacate, 790 m³/t del plátano, 821 m³/t en manzana o los 910 m³/t de melocotón y 922 m³/t de pera. En cuanto al mango, la cifra alcanza los 1800 m³/t.

Gráfico 6. Comparativa HH diferentes productos (m³/t)



Fuente. Elaboración propia. Datos UNESCO-IHE. (*) AILIMPO. (**) World Avocado Organization (WAO)

HUELLA HÍDRICA DEL LIMÓN EN ESPAÑA

Si comparamos la huella hídrica del limón con respecto a la de los cereales de mayor consumo (maíz, arroz o trigo), podemos observar que su huella hídrica es muy inferior ya que para estos productos es de 1.222, 1.674 y 1.826 m³/tonelada respectivamente frente a los 271 m³/t del limón.

En definitiva, la cifra de huella hídrica de limón en España es bastante positiva en comparación con otros productos agrícolas.

9. ACCIONES REALIZADAS POR LOS PRODUCTORES DE LIMÓN EN ESPAÑA PARA REDUCIR SU HUELLA HÍDRICA

De forma general, el consumo medio de agua por hectárea en España se ha reducido de 8.250 m³/ha a 6.500 m³/ha entre 1950 y 2007.

El cultivo del limón es un modelo en el aprovechamiento y la gestión óptima del agua de riego. Las importantes inversiones en infraestructuras de almacenamiento y mejora de las instalaciones de distribución están suponiendo una importante reducción de las pérdidas de agua durante el transporte hasta las explotaciones agrícolas.

En el ámbito de las explotaciones de cítricos, según la ESYRCE, el 84% de la superficie regada utiliza sistemas de riego localizado, lo que permite la adaptación óptima de la dosificación y distribución del agua y de nutrientes durante todas las fases del proceso vegetativo y de producción, optimizando la productividad del recurso hídrico empleado debido a:

- El reparto uniforme del agua y los fertilizantes en el lugar donde se encuentran localizadas las raíces del árbol.
- Disposición del agua y los fertilizantes “a la carta”, es decir, poder localizar, en función del momento del ciclo vegetativo, el agua y los fertilizantes que demanda el cultivo.
- La corrección de carencias de cualquier elemento nutritivo en un breve plazo de tiempo.
- Un uso más racional del agua y los fertilizantes, para conseguir aumentar la productividad y la calidad con el menor impacto ambiental.

El aumento de la superficie con riego localizado en limón y pomelo ha sido de un 268% en los últimos 30 años. Estos **avances en riego y fertilización han conseguido aumentar la productividad**. Como dato a destacar, el cultivo del limón ha aumentado sus rendimientos en un 274% en las 3 últimas décadas.

Por otro lado, se ha generalizado en el sector la práctica de la **trituration e incorporación de los restos de poda** que supone la disminución de la evaporación del agua del suelo y un aumento de la materia orgánica

con la consiguiente mejora de la capacidad de retención de agua y aprovechamiento tanto del agua de riego como de la lluvia **con consecuencias en la reducción de la HHazul y de la HHverde.**

Por lo tanto, el sector realiza un uso eficiente del agua y prácticas para la reducción de su huella hídrica.

10. RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA HUELLA HÍDRICA DEL LIMÓN EN ESPAÑA

El sector del limón tiene continuar reduciendo su huella hídrica en los próximos años. Para ello, los productores tienen que seguir invirtiendo en **tecnologías de agricultura de precisión** que maximicen la productividad y minimicen el uso del agua. También la formación en **técnicas de eficiencia en la gestión del agua es muy importante**. A continuación, indicamos una serie de recomendaciones que, aunque ya se están introduciendo en algunas plantaciones, consideramos que su generalización conllevaría la mejora de la huella hídrica.

- **Riego deficitario controlado (RDC).** Consiste en la aplicación de dosis de agua por debajo de las necesita el cultivo. Esta reducción deber ser lo menor posible en las fases más críticas del cultivo (en cítricos son las de floración y cuajado, crecimiento y maduración). La FAO hace referencia a este sistema como una práctica agronómica con influencia positiva en la productividad del agua, indicando que cualquier reducción del rendimiento será insignificante en comparación con los beneficios del ahorro de recursos hídricos. Esta técnica es útil como medida de emergencia para la subsistencia del cultivo en casos de contar con menores recursos hídricos como consecuencia de una sequía. Pero su aplicación durante muchas campañas ocasiona pérdidas importantes en la productividad, por lo que no se puede prolongar durante muchos años. **En limón, se consigue reducir el consumo de agua en RDC hasta un 40% aunque se ve reducida levemente la producción.**
- **Reducción del consumo de agua mediante la información obtenida con herramientas de monitoreo de la humedad en el suelo.** Mediante el monitoreo del estado hídrico del suelo con sensores, se puede realizar un seguimiento del estado de humedad del suelo, conociendo el consumo real de agua por parte de la planta y el agua que se pierde por debajo de la zona donde se encuentran sus raíces. De esta forma se puede ajustar el tiempo de riego y los intervalos entre riegos para cubrir las demandas de las plantas sin que se pierda agua ni nutrientes en profundidad. **La gestión del riego usando la información obtenida a partir de estas sondas permite reducir la cantidad de agua entre un 20 y un 30% en los cítricos, evitando además la lixiviación de los nutrientes y por lo tanto reduciendo tanto la HHazul como la HHgris.**
- **Instalación de plásticos de acolchado en el suelo.** La utilización de plásticos de acolchado en el suelo en las líneas de cultivo supone una reducción de las pérdidas de agua por evaporación. Además,

dado que el plástico empleado es de color negro, se impide el crecimiento de las malas hierbas que dejan de competir por el agua y los nutrientes con el árbol. Se estima que se puede lograr ahorrar volúmenes de agua que pueden alcanzar hasta un 25%.

- **Cubierta de las balsas de riego.** La mayoría de las explotaciones disponen de una o varias balsas de riego donde se almacena el agua para poder disponer de ella en el momento de realizar el riego. Existen diferentes sistemas de cobertura de las balsas de riego que reducen la cantidad de agua evaporada. Diferentes estudios estiman que se evapora entre un 20 y un 30% del agua anualmente almacenada, por lo que disponer de cubiertas supone evitar dichas pérdidas.
- **Reducir la aplicación de fertilizantes y plaguicidas.** En el caso de los fertilizantes, es importante optimizar su uso y así evitar la lixiviación. En cuanto a los plaguicidas, la incorporación de técnicas de lucha biológica y tecnológica para el control de plagas, conlleva un menor uso de éstos. Todas estas prácticas contribuyen a la reducción de la HHgris.

BIBLIOGRAFÍA

- 1978. Effective rainfall in irrigated agriculture (FAO).
www.fao.org/3/X5560E/X5560E00.htm
- 1986. Brouwer, G. and Heibloem, M. Irrigation Water Management. Training manual no. 3. FAO Land and Water Development Division.
<https://www.fao.org/3/s2022e/s2022e00.htm#Contents>
- 2010. Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. Value of Water Research Report Series No. 48. UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.
www.waterfootprint.org/media/downloads/Report47-WaterFootprintCrops-Vol1.pdf
- 2011. Manual de evaluación de la Huella hídrica. Establecimiento del estándar mundial. Water Footprint Network.
waterfootprint.org/media/downloads/Water_Footprint_Assessment_Manual_Spanish.pdf
- 2013. Tolón, A., et. al. Huella hídrica y sostenibilidad del uso de los recursos hídricos. Aplicación al Poniente Almeriense. Estudios previos y medidas de eficiencia.
<https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41205/61articulo.pdf>
- 2016. Munro, S.A., Fraser, G.C.G., Snowball, J.D., Pahlow, M. Water footprint assessment of citrus production in South Africa: A case study of the lower Sundays River Valley, Journal of Cleaner Production. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.06.142
- 2018. García, J. Estructura de costes de las orientaciones productivas agrícolas de la Región de Murcia: frutales de hueso y cítricos. IMIDA.
<https://sftt.info/070618/descargas/01.pdf>
- 2018. Guía sectorial en ODS. Sector agroalimentario. Red española UN Global Compact.
- 2019. Araujo, P. et al. Estudio de la Huella Hídrica de la producción de limón en la Provincia De Tucumán, Argentina. CILCA 2019.
https://rediberoamericanadeciclodevida.files.wordpress.com/2020/11/proceedings_cilca2019_03_11-20202.pdf
- 2020. El limón y el agua. Resiliencia al cambio climático. AILIMPO.
<https://www.ailimpo.com/huella-agua/>
- 2020. Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos. Informe sobre regadíos en España (ESYRCE). MAPA.
www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/regadios2020_tcm30-562249.pdf

FUENTES

- Sistema de Información Agraria de Murcia (SIAM).
siam.imida.es
- Red de Información Agroclimática de Andalucía (RIA).
https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/riaweb/web/inicio_estaciones
- Riegos. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA).
<http://riegos.ivia.es/datos-meteorologicos>
- Superficie y producciones anuales de cultivos. MAPA.
<https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/superficies-producciones-anuales-cultivos/>
- World Avocado Organization.
<https://avocadofruitoflife.com/es/>